

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Pneumatické úchopné hlavice

Pneumatic Grippers

Student:

Miroslav Soumar

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Lukáš Dvořák, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

## Zadání bakalářské práce

Student: **Miroslav Soumar**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R007 Hydraulické a pneumatické stroje a zařízení  
Téma: **Pneumatické úchopné hlavice**  
**Pneumatic Grippers**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte přehled konstrukcí a charakteristik pneumatických úchopných hlavice.
2. Popište aplikace a požadavky na provoz pneumatických úchopných hlavice.
3. Uveďte způsob výpočtu a volby úchopných hlavice.
4. Pro zvolený případ navrhnete úchopnou hlavici.

Seznam doporučené odborné literatury:

KOLEKTIV AUTORŮ. *SMC Training – Stlačený vzduch a jeho využití*. Brno: SMC Industrial Automation CZ s.r.o. 2. vydání. 344 s.  
KOPÁČEK, J. *Pneumatické mechanismy díl 1. – Pneumatické prvky a systémy*. Ostrava: VŠB-TUO, 1996. 267 s. ISBN 80-7078-306-0  
*Úchopné hlavice*. Dostupné z < <http://www.pneumaxsro.cz> >  
Katalogy a firemní podklady SMC, Festo a další.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Dvořák, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

prof. RNDr. Milada Kozubková, CSc.  
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....18.5.2012.....

Kontakt: soumar.miroslav@gmail.com

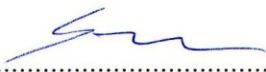
..........

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě ..... 18. 5. 2012



podpis student

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Soumar, M. Pneumatické úchopné hlavice. Ostrava: Katedra hydromechaniky a hydraulických zřízení, Fakulta strojní, VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2012, 42s. Bakalářská práce, vedoucí Dvořák, L.

Bakalářská práce se zabývá přehledem, popisem a následným návrhem pneumatických úchopných hlavic. V úvodu práce je nastíněn historický vývoj pneumatických systémů. Je zpracován přehled konstrukcí úchopných hlavic včetně uvedení charakteristických vlastností každého typu. Dále jsou uvedeny aplikace využívající hlavice v praktickém provozu a požadavky na provoz hlavic. Praktická část se zabývá návrhem hlavic a správnou volbou ze sortimentu firem. Jsou zde podrobně popsány kroky obecného výpočtu hlavic. Dále je podrobně popsán výpočtový program firem BoschRexroth a Festo. Za pomoci těchto programů byly zvoleny komponenty pro konkrétní příklad manipulace s materiálem.

## **ANOTATION OF BACHELOR THESIS**

Soumar, M. Pneumatic grippers. Ostrava: Department of hydromechanics and hydraulic establishment, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB-Technical University of Ostrava, 2012, 42p. Thesis head: Dvořák L.

This thesis deals with an overview, description and subsequent design of pneumatics grippers. The introduction outlines the historical development of pneumatics systems. It prepared an overview of structures including the grippers characteristics of each type. The following are application that use the grippers in service and operating requirements grippers. The practical part deals with the grippers and the right choice from the sort of companies. There are detailed steps of the general calculation of warheads. It is described in detail calculation program Festo and BoschRexroth companies. With the help of these programs have been selected components for a specific example of material handling.

### Seznam použitého značení:

$F$	síla	[N]
$H$	vyosení	[mm]
$J_p$	moment setrvačnosti palce	[kg/cm <sup>2</sup> ]
$L$	délka ramene	[mm]
$M$	moment	[Nm]
$M_x$	dynamický podélný moment	[Nm]
$M_y$	dynamický příčný moment	[Nm]
$M_z$	dynamický příčný moment	[Nm]
$g$	gravitační zrychlení	[m/s <sup>2</sup> ]
$h$	zdvih	[mm]
$m$	hmotnost	[kg]
$p$	tlak	[MPa], [bar]
$t$	teplota	[°C]
$v$	zrychlení	[m/s <sup>2</sup> ]
$\alpha$	úhel	[°]
$\varnothing$	průměr	[mm]
$\mu$	součinitel tření	[-]

## Obsah

Seznam použitého značení: .....	1
1 Úvod .....	3
2 Pneumatické úchopné hlavice – úhlové .....	5
2.1 Provedení s úhlem rozevření až 30°: .....	6
2.2 Úhel rozevření 180° .....	8
2.3 Micro .....	12
3 Pneumatické úchopné hlavice –paralelní .....	13
3.1 Klínový mechanismus .....	14
3.2 Pákový mechanismus .....	15
3.3 S mimoběžnými písty .....	16
3.4 S dlouhým zdvihem .....	17
3.5 Čep s drážkou .....	18
3.6 Šroubový .....	19
4 Speciální .....	20
4.1 Kloubové .....	20
4.2 Pryžové .....	21
4.3 Jehlové .....	23
5 Popis aplikací uchopných hlavic .....	24
6 Požadavky na provoz: .....	25
7 Obecný návrh pro úchopné hlavice .....	27
8 Volba uchopné hlavice .....	32
9 Volba manipulačního systému .....	35
10 Závěr: .....	38
11 Seznam použitých pramenů .....	39
Příloha č.1 .....	42

# 1 Úvod

Pneumatika je obecně definována jako nauka o stlačeném vzduchu. Jako jeden z prvních pneumatických mechanismů bychom mohli považovat ruční měch využívaný kováři k přivádění vzduchu do výhně. Vlastně šlo o prapředka dnešního kompresoru. [7]

Avšak pneumatika jako taková zaznamenala první pokrok až v 17.století, kdy německý fyzik Otto von Guericke v roce 1650 vynalezl první hustilku a až v roce 1872 byl patentován jakýsi první kompresor. Velkolepý projekt zaznamenala pneumatika v roce 1860, kdy vizionář Alfred Ely Beach navrhnul pro město New York metro poháněno nikoli párou jak tomu bylo zvykem nýbrž pneumaticky. [7]

V průběhu 19. století zažila pneumatika veliký rozmach vynalezly se první pneumatické nástroje jako pneumatická vrtačka nebo pneumatické kladivo, zpřesnila se výroba pneumatických komponent, což mělo vliv na zvýšenou účinnost systémů. [7]

Neustále se rozšiřující používání pneumatických mechanismů při konstrukci moderních a výkonných strojů a zařízení, a to i s přihlédnutím k jiným typům mechanismů (hydraulickým, elektrickým), které rovněž zaznamenávají vysoký stupeň modernizace, svědčí o řadě výhod a předností pneumatických mechanismů před uvedenými mechanismy hydraulickými a elektrickými a také před mechanismy tuhými. [2]

Moderní pneumatika má ve světě své postavení a to se zřejmě nikdy nezmění. Avšak v moderní době nelze mluvit o pneumatice jako takové nýbrž o elektropneumatice. Když budu citovat Zdeňka Haumera z Festa: „s trochou nadsázky lze říci, že pneumatika bez elektroniky už téměř neexistuje.“ [5] [4]

Hmat je jedním ze základních smyslů člověka vlastnost uchopit předmět nám je daná již od narození. Asi každý z nás si někdy řekl „mám jen dvě ruce“, ano člověk má opravdu jen dvě ruce avšak u strojů tomu tak být nemusí. Jednou ze součástí, které se strojů starají o úchop jsou pneumatické úchopné hlavice nebo také chapadla. Jde jistým způsobem o ruce strojů, ne tak precizní jako ty lidské avšak základní úkony zvládnou, navíc dokážou vyvinout větší sílu i přesnost a také nejsou omezeny počtem.

Roku 1969 na Standfordské Univerzitě vyvinul Victor Scheinman tzv. Standfortskou ruku. Šlo o robotickou ruku, avšak konstruovanou i ovládanou elektrotechnicky, nicméně pneumatický úchop byl znám již dříve. [17]



Avšak potenciál pneumatických úchopných hlavic byl využit až s příchodem elektropneumatických systému, které hlavicím daly požadovanou přesnost v manipulaci s materiálem.

## **2 Pneumatické úchopné hlavice – úhlové**

Úhlové pneumatické hlavice, které jsou popsány ve zdrojích [3] a [19] mají širokou škálu využití. Většinou jsou ale využívány při uchopování materiálů různých tvarů a u aplikací kde je zapotřebí přesné polohování čelistí.

Jejich hlavní rozdíl oproti paralelním úchopným hlavicím spočívá v principu uchopování. Zatímco úhlová hlavice převádí přímočarý pohyb od pístu na kyvný paralelní ne. Další odlišností je konstrukční jednoduchost z čehož vyplývá i cenová dostupnost oproti paralelním hlavicím. Na druhou stranu úhlové hlavice jsou omezeny úhlem rozevření čelisti více než paralelní.

Všechny úchopné hlavice jsou vyrobeny ze stejných nebo vlastnostmi podobných materiálů. Jedná se zejména o slitiny hliníku a ocel.

Hlavice mají velkou škálu přídatných komponent například tvarové čelisti nebo čidla pro snímání poloh...

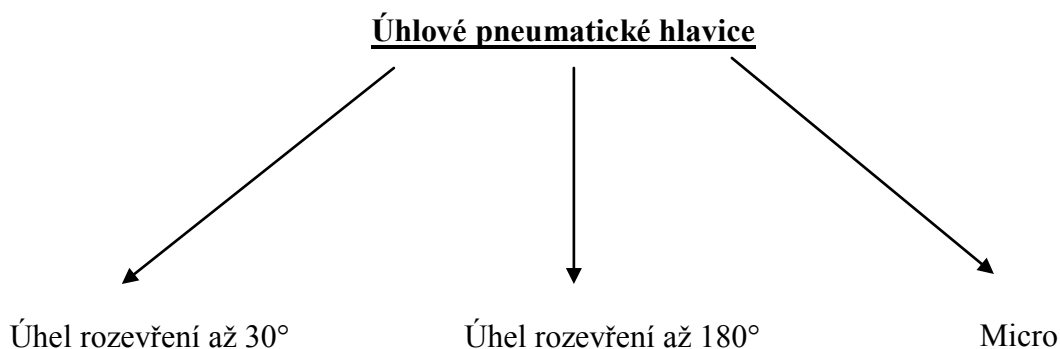
Výhody:

- Regulace otevření čelistí
- Možnost uchopit za vnitřní nebo vnější část čelistí
- Cenová dostupnost
- Nenáročná údržba

Použití:

- Pro manipulační zařízení

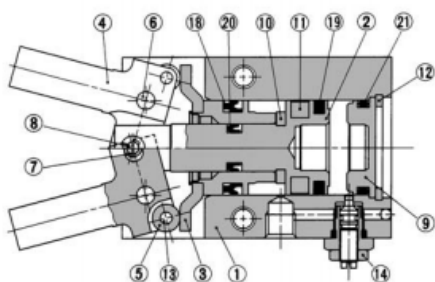
Rozdělení:



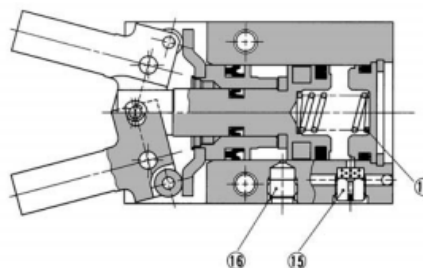
## 2.1 Provedení s úhlem rozevření až 30°: [13] [19]

- Výrobce (Označení): SMC (MHC2)
- Popis vlastností:
  - Ve dvou provedeních, jednočinném nebo dvojčinném, velké síly upnutí při malých rozměrech je dosaženo použitím dvoupístového mechanismu, vestavěný škrtící ventil
  - Možnost upevnění elektronických bezdotykových snímačů polohy se signalizací stavu (LED).
  - kompaktní provedení, snímače polohy zapuštěny do tělesa válce

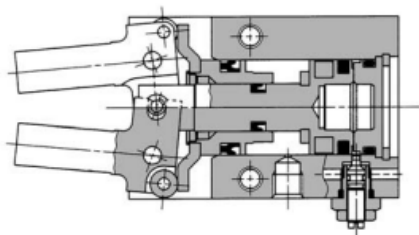
Dvojčinné provedení/čelisti rozevřeny



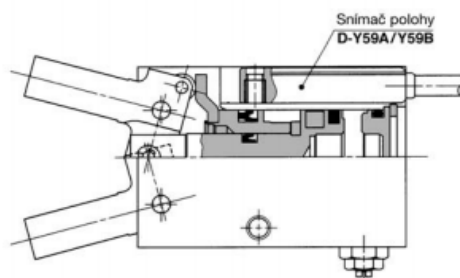
Jednočinné provedení



Dvojčinné provedení/čelisti sevřeny



Se snímači polohy



Kusovník

elíní deska A

Poz.	Označení	Materiál	Poznámka
1	Těleso	hliník	tvrdě eloxováno
2	Píst A	hliník	tvrdě eloxováno
3	Píst B		
4	Čelist	ocel	
5	Boční kladka	ocel	nitridováno
6	Čep	korozivzdorná ocel	nitridováno
7	Středící kladka	ocel	nitridováno
8	Středící kolík	ocel	nitridováno
9	Zátka	plast	

Kusovník

Poz.	Označení	Material	Poznámka
10	Tlumič podložka	uretan	
11	Magnet		
12	Pojistný kroužek	ocel	niklováno
13	Čep	ložisková ocel	niklováno
14	Regulační šroub	mosaz	niklováno
15	Zátka odvodu	mosaz	niklováno
16	Zátka	mosaz	
17	Pružina	ložisková ocel	

Obrázek 1 možná konstrukční řešení s popisky [13]

- Popis funkce:

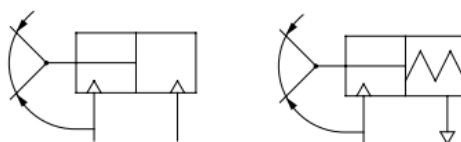
Píst A, který se nachází v tělese úchopné hlavice je uchycen kolíkovým spojením s čelistmi. Při posunutí pístu A z jedné krajní polohy do druhé, dochází k přeměně přímočarého pohybu na kyvný vlivem otáčení čelistí okolo čepu. Přičemž píst B působí proti pístu A čímž zajišťuje větší sílu při upnutí.

U jednočinného provedení se čelisti vracejí do výchozí polohy pomocí pružiny působící na píst A.

- Velikosti a úchopné síly:

- Ø pístu od 6 – 25 mm
- Upínací momenty pro 1 čelist:
  - Od 0,038 – 1,39 Nm ...pro dvojčinná
  - Od 0,024 – 1,1 Nm...pro jednočinná
- Úhel rozevření:
  - 30° až -10°

- Symboly:

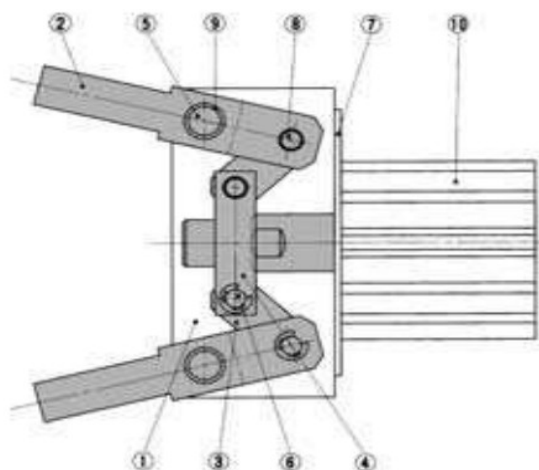


**Obrázek 2** schematické značky [13]

- Výrobce (Označení): SMC (MHT2)

- Popis vlastností:

- Svorníková konstrukce tohoto typu hlavice zajišťuje samosvorné uchycení materiálu. To je výhodné například při předpokládaném působení vnějších sil na materiál (vrtání, broušení,...), nebo při možném poklesu tlaku v obvodu.
- Ideální pro uchycení těžkých obrobků. Přepínací mechanismus platí i při poklesu tlaku. Robustní konstrukce pro vysoké přídržné síly s bezpečnostní funkcí.
- Montážní otvory se nacházejí přímo v těle hlavice.

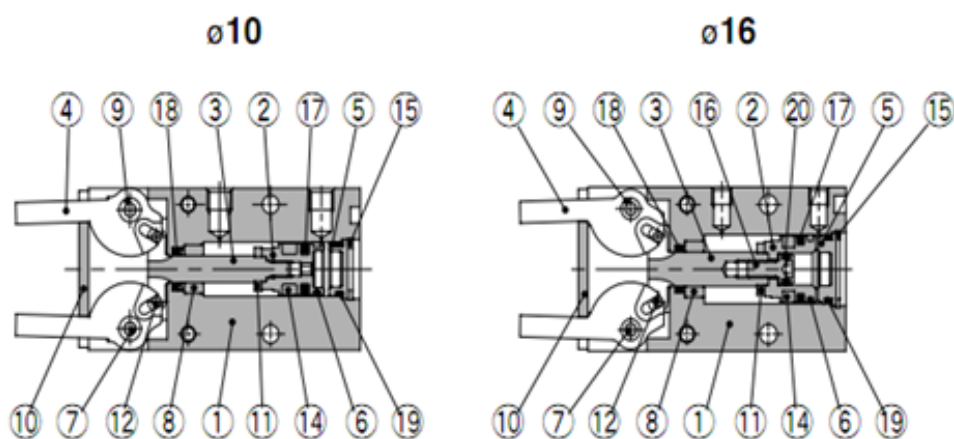


Obrázek 3 svorníková konstrukce [13]

- Velikosti a úchopné síly:
  - $\varnothing$  pístu od 32 – 63 mm
  - Upínací momenty pro 1 čelist:
    - Od 12,4 – 106 Nm
  - Úhel rozevření:
    - 23° až -2°

## 2.2 Úhel rozevření 180°

- Výrobce (Označení): SMC (MHY2) [10] [13]
- Popis vlastností:
  - Pouze dvojčinné provedení, synchronní rotační pohyb s velkým uchopovacím momentem, snímače polohy zapuštěny do tělesa válce
  - Pronikání nečistot do mechanismu brání krycí deska

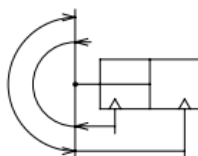


Obrázek 4 konstrukční řezy hlavice [13]

- Popis funkce:

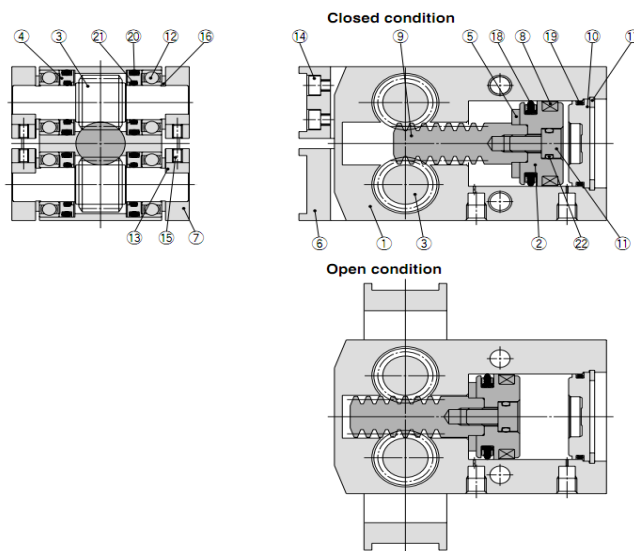
Píst přenáší přímočarý pohyb na kyvný za pomoci vaček spojených s čelistmi. Přímočará síla působící od pístu na čelisti se projeví jako moment v čelistech.

- Velikosti a úchopné síly:
  - Ø pístu od 10 – 25 mm
  - Upínací momenty pro 1 čelist:
    - Od 0,16 – 2,33 Nm
  - Úhel rozevření:
    - 180° až -3°
- Symboly:



Obrázek 5 schematická značka hlavice [13]

- Výrobce (Označení): SMC (MHW2)
- Popis vlastností:
  - tuhé vedení čelistí, pohon pro synchronní rotační pohyby čelistí, snímače polohy zapuštěny do tělesa válce. Odolné vůči nečistotám, tělo je celé uzavřené



Obrázek 6 schéma hlavice [13]

- Popis funkce:

Ozubená pístnice šroubovaná k pístu koná přímočarý pohyb, ten je pomocí ozubení pístnice a pastorku přeměněn na rotační pohyb. Pastorky jsou dále spojeny s čelistmi hlavice což umožňuje jejich otevření nebo zavření.

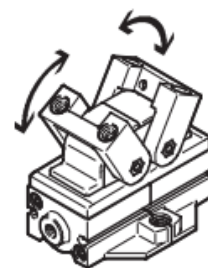
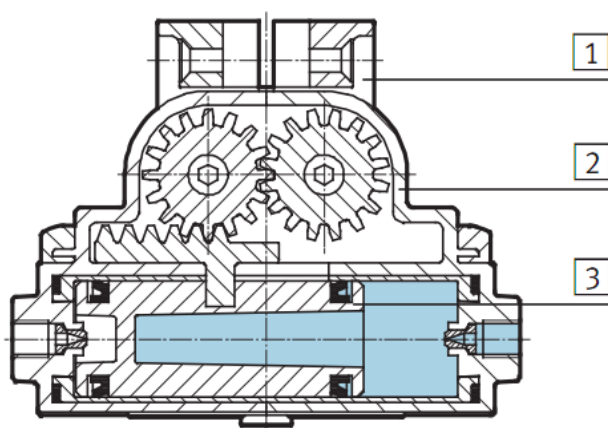
- Velikosti a úchopné síly:

- Ø pístu od 20 – 50 mm
- Upínací momenty pro 1 čelist:
  - Od 0,31 – 8,44 Nm
- Úhel rozevření:
  - 180° až -4°

- Výrobce (Označení): Festo (HGRC/HGWC) [9] [14]

- Popis vlastností:

- Dvojčinné provedení. Konstrukčně velice univerzální a všestranná úchopná hlavice. Pouzdro z tlakově litého zinku, zajištěn nízký odpor s-plain. 3 různé úhly otevření pro optimální doby cyklu detekce polohy chapadla pomocí čidel. Kompaktní a cenově optimalizovaná hlavice.
- univerzální – proměnný směr úchopu umožňující vnější a vnitřní úchop
- Interní řízení průtoku až s u 90% aplikací. Velká síla s minimálním objemem
- Vhodná pro vnější i vnitřní úchop. Opakování s přesností 0,05 mm
- Široká škála možností pro montáž na discích



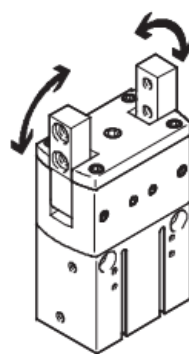
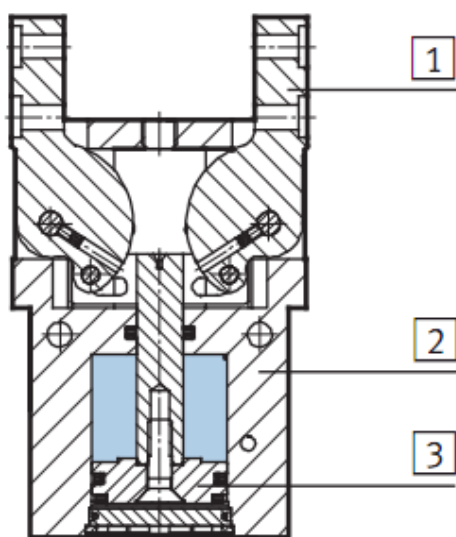
Pozice	Popis	Materiál
1	Čelisti	Slitina
2	Pouzdro	Slitina
3	Píst	Ocel

Obrázek 7 konstrukční schéma s popisem součástí [14]

- Velikosti a úchopné síly:
  - Ø pístu: 12, 16, 20 mm
  - Síla úchopu: 40, 60, 80 N
  - Max. úhel rozevření: 15°, 40°, 90°... každý palec
  - 3 velikosti vyhovující standardnímu použití = 80 % veškerých úloh
- Popis funkce:

Píst pomocí ozubeného hřebene a pastorku převádí přímočarý pohyb (od pístu) na rotační (na pastorku) čímž zavírá/otevívá čelisti úchopné hlavice.

- Výrobce (Označení): Festo (HGRT,DHRS,HGRT) [9] [14]
- Popis vlastností:
  - Možnost použití jako dvojčinné nebo jednočinné chapadlo. Z pevných a lehkých materiálů. Robustní a precisní kinematika pro velké síly a dlouhou životnost
  - Synchronní pohyb čelisti, vhodná pro vnější i vnitřní úchop
  - Široká škála možností pro montáž na discích. Snímání poloh, s nebo bez pojištění úchopu



Pozice	Popis	Materiál
1	Těleso	Tvrzená ocel
2	Čelisti	Eloxovaný hliník
3	Kryt	Eloxovaný hliník

Obrázek 8 konstrukční schéma s popisem součástí [14]

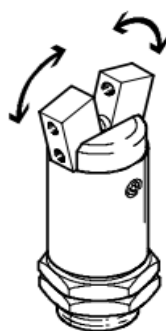
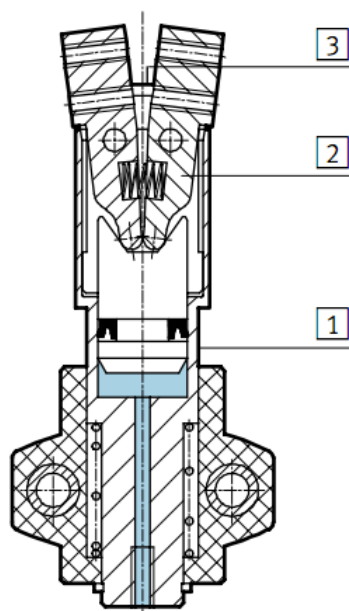
- Velikosti a úchopné síly:
  - Ø pístu: 12 až 50 mm
  - Celkový moment úchopu: 1,8 až 127 Nm
  - Max. úhel rozevření: 180°



- Popis funkce:  
Princip funkce této úchopné hlavice je totožný s typem MHY2 od firmy SMC.

## 2.3 Micro

- Výrobce (Označení): Festo (HGWM) [9] [14]
- Popis vlastností:
  - Jednočinné provedení, malá konstrukce s jednoduchou manipulací, dle volby s čelistmi rozevíranými nebo svíranými, mnohostranné uchopování díky možnosti adaptace palců
  - s vyrovnaním zdvihu v namontovaném stavu (odpružením) velké množství možností upevnění na pohony
  - možnosti upevnění, dle volby: svěrným uchycením, vnějším závitem



Pozice	Popis	Materiál
1	Těleso	Nerezová ocel
2	Čelisti	Nerezová ocel
3	Kryt	Polyacetal

Obrázek 9 konstrukční schéma s popisem součástí [14]

- Velikosti a úchopné síly:
  - Ø pístu: 8, 12 mm
  - Síla úchopu: 11, 38 N
  - Max. úhel rozevření :

	čelisti rozevírané pružinou	čelisti svírané pružinou
rozevřená poloha	20°, 18,5°	14°, 14°
sevřená poloha	4°, 3,5°	4°, 4°

- Popis funkce:

Píst uložený v tělese hlavice koná přímočarý pohyb. Patní část pístu je specifického tvaru, který umožňuje čelistem otevírání/zavírání.

### 3 Pneumatické úchopné hlavice –paralelní

Paralelní úchopné hlavice, které jsou popsány ve zdrojích [3] [9] [10] [19] se vyznačují velkými úchopnými silami, širokou škálou velikostí a dlouhou životností, existují v provedeních se 2, 3 nebo 4 čelistmi.

Paralelní hlavice se nejčastěji využívají v robotických aplikacích a manipulačních zařízeních.

Všechny hlavice jsou vyrobeny z materiálů stejných nebo podobných vlastností.

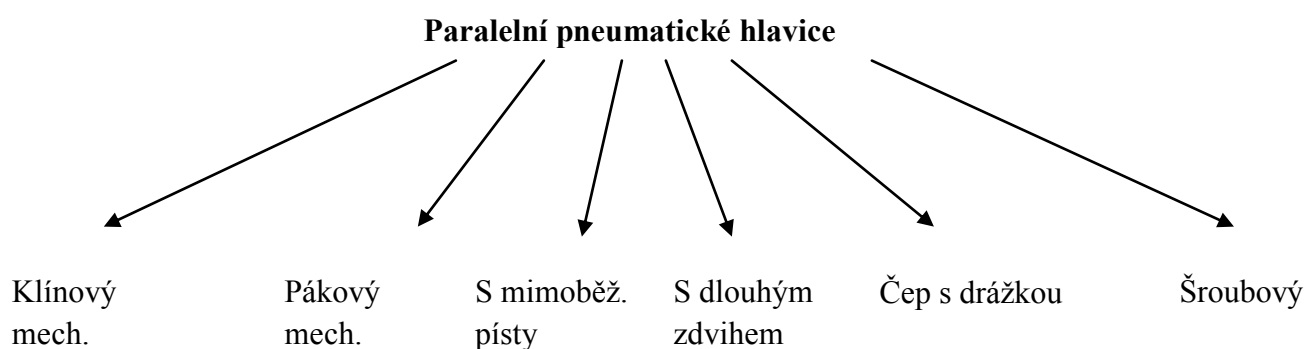
Výhody:

- Dlouhá životnost
- Možnost uchopit za vnitřní nebo vnější část čelistí
- Velké úchopné síly
- Hlavice velkých i malých rozměrů

Použití:

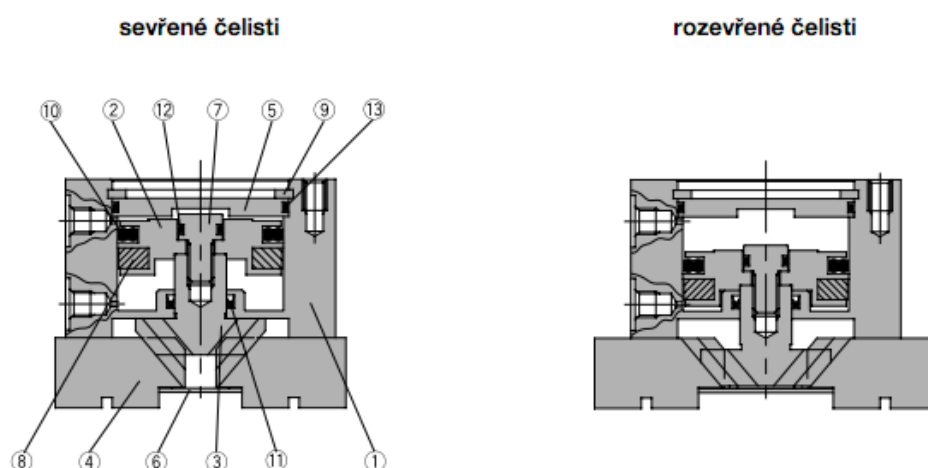
- Robotické aplikace
- Manipulační zařízení

Rozdělení:



### 3.1 Klínový mechanismus [12] [13] [14]

- Výrobce (Označení): Festo (HGPD,HGPT,HGPM), SMC (MHS,MHK), Hennlich (OPH,OP-I,OPG,DTS,OPE,OPL)
- Provedení: Dvou/tříčelist'ové
- Popis vlastností:
  - Mezi paralelními hlavicemi je nejrozšířenější konstrukce s klínovým mechanismem. Dvojčinná i jednočinná provedení, synchronní pohyb čelistí, pro upnutí za vnější i vnitřní povrch. Zajištění síly v krajních polohách
  - U některých typů plně zapuštěné chapadla, připojení profuku (proti nečistotám). Snímače polohy v tělese.



Kusovník

Poz.	Označení	Materiál	Poznámka
1	Těleso	hliník	tvrdé eloxováno
2	Píst	hliník	tvrdé eloxováno
3	Vodítko	ocel	kaleno
4	Čelist	ocel	kaleno
5	Čelo	hliník	tvrdé eloxováno
6	Krycí deska	korozivzdorná ocel	
7	Čep pístu	korozivzdorná ocel	

Poz.	Označení	Materiál	Poznámka
8	Magnet		
9	Pojistný kroužek	ocel	niklováno
10	Těsnění pístu	NBR	
11	Stírací kroužek	NBR	
12	Těsnění	NBR	
13	Těsnění	NBR	

Obrázek 10 konstrukční schéma s kusovníkem [13]

- Popis funkce:

Píst koná přímočarý pohyb, pístnice je klínového tvaru tím zajišťuje otevírání/zavírání čelistí.

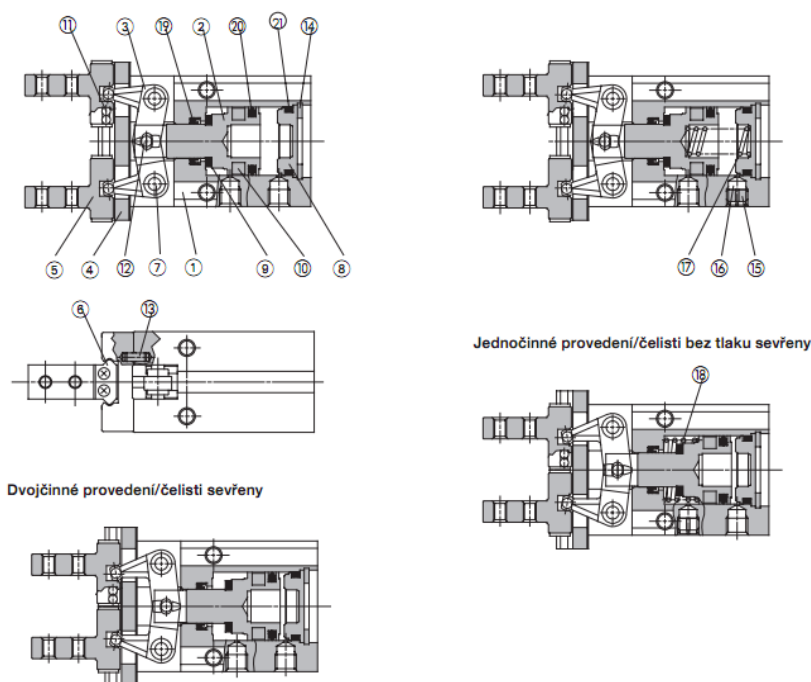
- Velikosti a úchopné síly:
  - Ø pístu: 16-125 mm, speciálně řady MHK2 a HGPM mají Ø pístu 8-25 mm
  - Délka zdvihu: 3-20 mm, MHK2 a HGPM (4-22 mm)
  - Síla na každé čelisti: 21-3150 N, MHK2 a HGPM (9-54 N)
- Symboly:



Obrázek 11 schematické značky [13]

### 3.2 Pákový mechanismus [12] [13]

- Výrobce (označení): Festo (DHPS,HGP),SMC(MHZ 2), Hennlich (OP)
- Provedení: Dvou/tříčelist'ové
- Konstrukce:
  - Vedení z jednoho dílu pro lepší tuhost a přesnost, Čelisti a vedení z korozi-vzdorné oceli, Maximální přesnost vedení, Dvojčinné i jednočinné provedení, Vhodné pro vnější i vnitřní úchop
  - Široká škála možností pro montáž na pohonné jednotky



Kusovník

Poz.	Označení	Materiál	Poznámka
1	Těleso	hliník	tvrdě eloxováno
2	Píst	Ø10, Ø16: korozivzdorná ocel Ø20 až Ø40: hliníková slitina	Ø20, Ø25: tvrdě eloxováno
3	Úhlová páka	korozivzdorná ocel	tepelně zprac.
4	Vedení	korozivzdorná ocel	tepelně zprac.
5	Čelist	korozivzdorná ocel	tepelně zprac.
6	Dorazový kolík	korozivzdorná ocel	
7	Kolík	korozivzdorná ocel	nitridováno
8	Zátka	Ø10 až Ø25: syntetická pryž Ø32, Ø40: hliníková slitina	Ø32, Ø40: eloxováno
9	Podložka tlumení	polyuretan	
10	Magnet		

Kusovník

Poz.	Označení	Materiál	Poznámka
11	Ocelové kuličky	Cr-ložisková ocel	
12	Čep	Cr-ložisková ocel	
13	Kolík	korozivzdorná ocel	
14	Pojistný kroužek	ocel	niklováno
15	Zátka odvzdušnění A	mosaz	chemicky niklováno
16	Filtr odvzdušnění A	polyvinilformal	
17	Pružina, bez tlaku ot.	korozivzdorná pružinová ocel	
18	Pružina, bez tlaku zsv.	korozivzdorná pružinová ocel	
19	Těsnění	NBR	
20	Těsnění pístu	NBR	
21	Těsnění	NBR	

Obrázek 12 konstrukční řezy s kusovníkem [13]

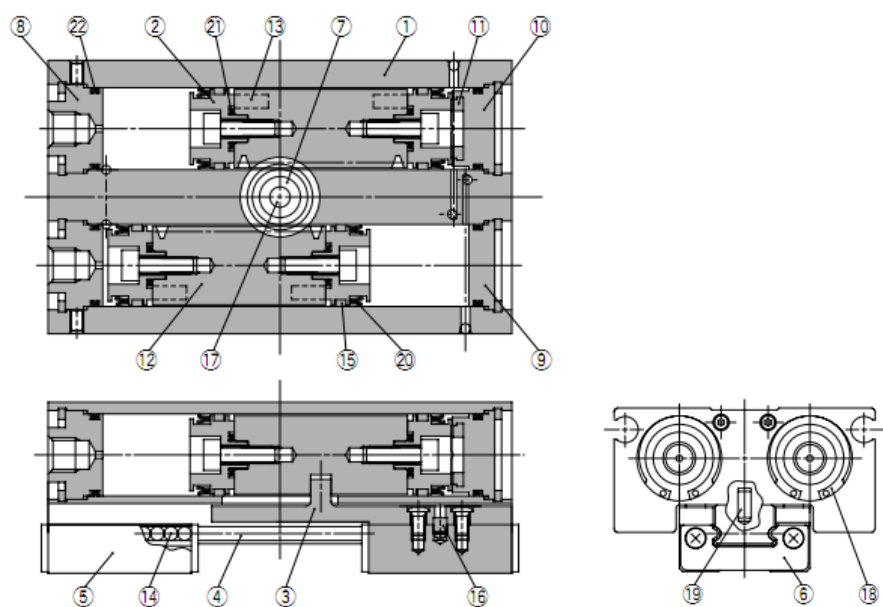
- Popis funkce:

Píst působí silou na úhlovou páku, ta dále posouvá čelistmi, které jsou vedeny v drážce.

- Velikosti a úchopné síly:
  - Ø pístu: 6-80 mm
  - Délka zdvihu: 4-30 mm
  - Síla na každé čelisti: 2,1-318 N

### 3.3 S mimoběžnými písty [12] [13] [14]

- Výrobce (označení): Festo (HGPLE, HGPL), SMC (MHF 2), Hennlich (LPG)
- Provedení: Dvoučelist'ové
- Konstrukce:
  - Prostorově optimalizovaná montáž paralelních chapadel umožňuje velkou délku vedení čelistí a malý zástavbový prostor
  - Drážka T v kombinaci s velkou délkou vedení dovoluje použít velkou sílu a moment na čelistech
  - Dva paralelní protiběžné písty zaručují chod bez poklesu síly čelistí
  - Synchronní chod obou čelistí pomocí ozubeného hřebenu

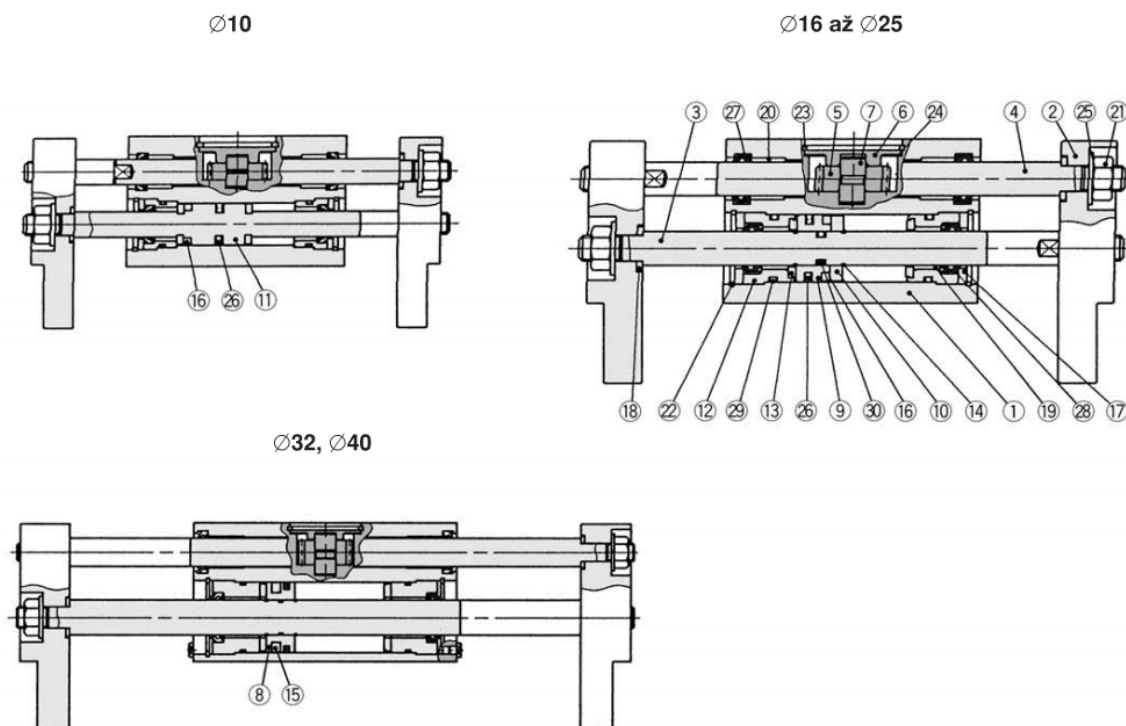


Obrázek 13 schéma úchopné hlavice [14]

- Popis funkce:  
Každý píst pohání jednu čelist a tím čelisti otevírá nebo zavírá
- Velikosti a úchopné síly:
  - Ø pístu: 8-63 mm
  - Délka zdvihu: 8-80 mm
  - Síla na každé čelisti: 19-1371 N

### 3.4 S dlouhým zdvihem [12] [13]

- Výrobce (označení): SMC (MHL 2), Hennlich (VRG,XRAY/GPAL)
- Provedení: Dvoučelist'ové
- Konstrukce:
  - pro každou velikost je možnost volby ze 3 rozsahů zdvihů,  
synchronizace pohybu čelistí mechanismem s pastorkem a ozubenou tyčí
  - opakovatelná přesnost  $\pm 0,1$  mm, desky čelistí vedeny tyčemi se dvěma pouzdry, snímače polohy zapuštěny do profilu válce.



Obrázek 14 konstrukční schémata [13]

- Popis funkce:

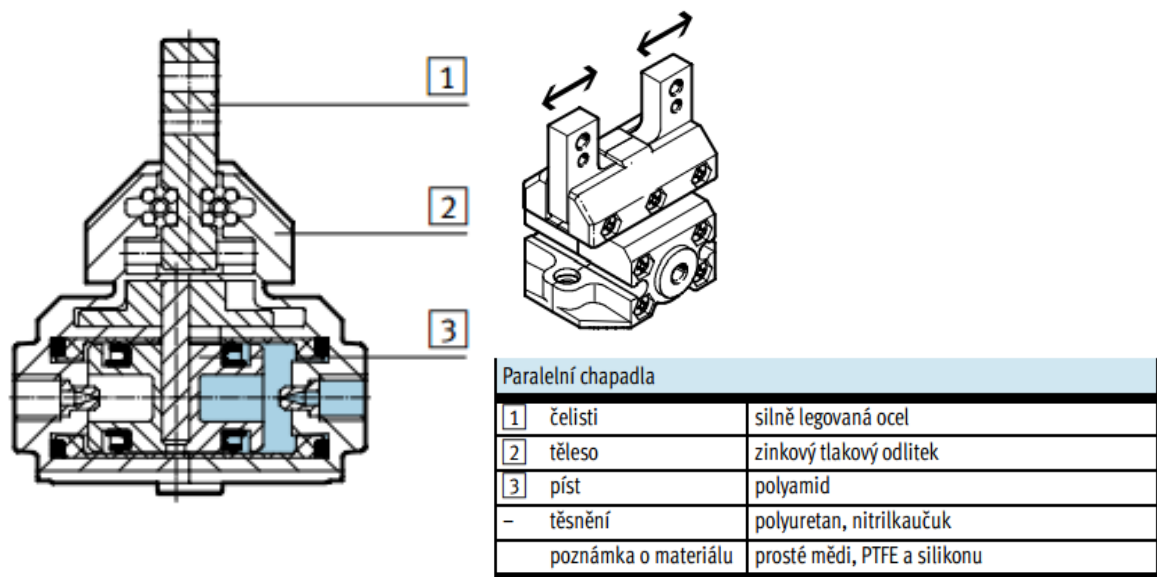
Každá čelist je propojena dvěma písty, po přivedení tlaku na tyto písty se čelisti buď zavírají nebo otevírají.

- Velikosti a úchopné síly:

- Ø pístu: 10-40 mm
- Délka zdvihu: 20-200 mm
- Síla na každé čelisti: 14-500 N

### 3.5 Čep s drážkou [12] [14]

- Výrobce (označení): Festo (HGPC), Hennlich (LGE)
- Provedení: Dvoučelistové
- Konstrukce:
  - Nízká cena, jednoduchost, mnohostrannost, minimum dílů, jednoduchá konstrukce zrcadlových částí tělesa, malé rozměry



Obrázek 15 konstrukční řez s popisem součástí [14]

- Popis funkce:

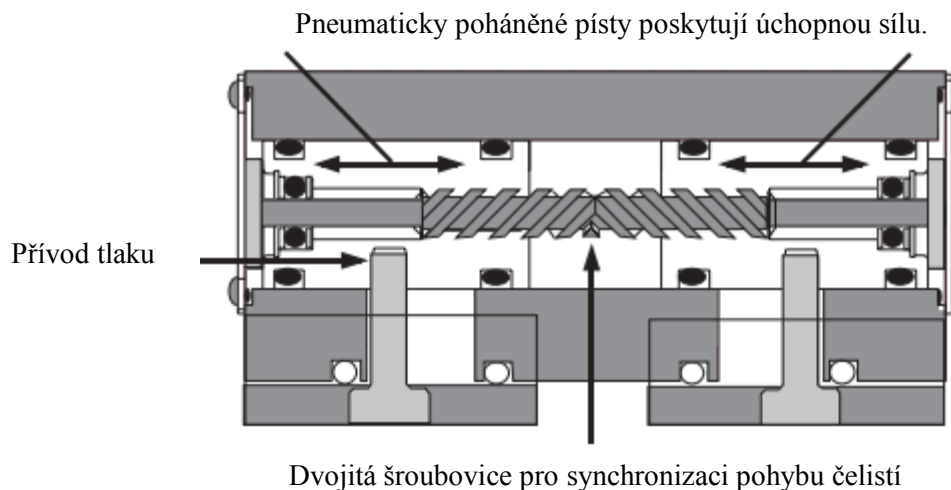
Píst je spojen s kovovou deskou obsahující dvě drážky (pro každou čelist jedna drážka). Z každé čelisti je v drážce zabudován čep. Při přímočarém pohybu pístu se pomocí čepu v drážce otevírají/zavírají čelisti.

- Velikosti a úchopné síly:
  - Ø pístu: 12-45 mm
  - Délka zdvihu: 3-7 mm (každá čelist)
  - Síla na každé čelisti: 22-77 N

### 3.6 Šroubový [12]

- Výrobce (označení): Hennlich (MAGNUM)
- Provedení: Dvoučelist'ové
- Konstrukce:
  - Požití ve velmi čistém prostředí, malé rozměry, čelisti se pohybují po šroubu (mechanismus šroubu a matice), synchronizace pístu pomocí dvojité šroubovice, provedení hliníkové nebo plastové





**Obrázek 16 funkční popis [12]**

- **Popis funkce:**

Po přivedení tlaku na píst se píst začne posouvat čímž unáší i čelisti. Šroubovice zajišťuje pouze synchronizaci čelistí.

- **Velikosti a úchopné síly:**

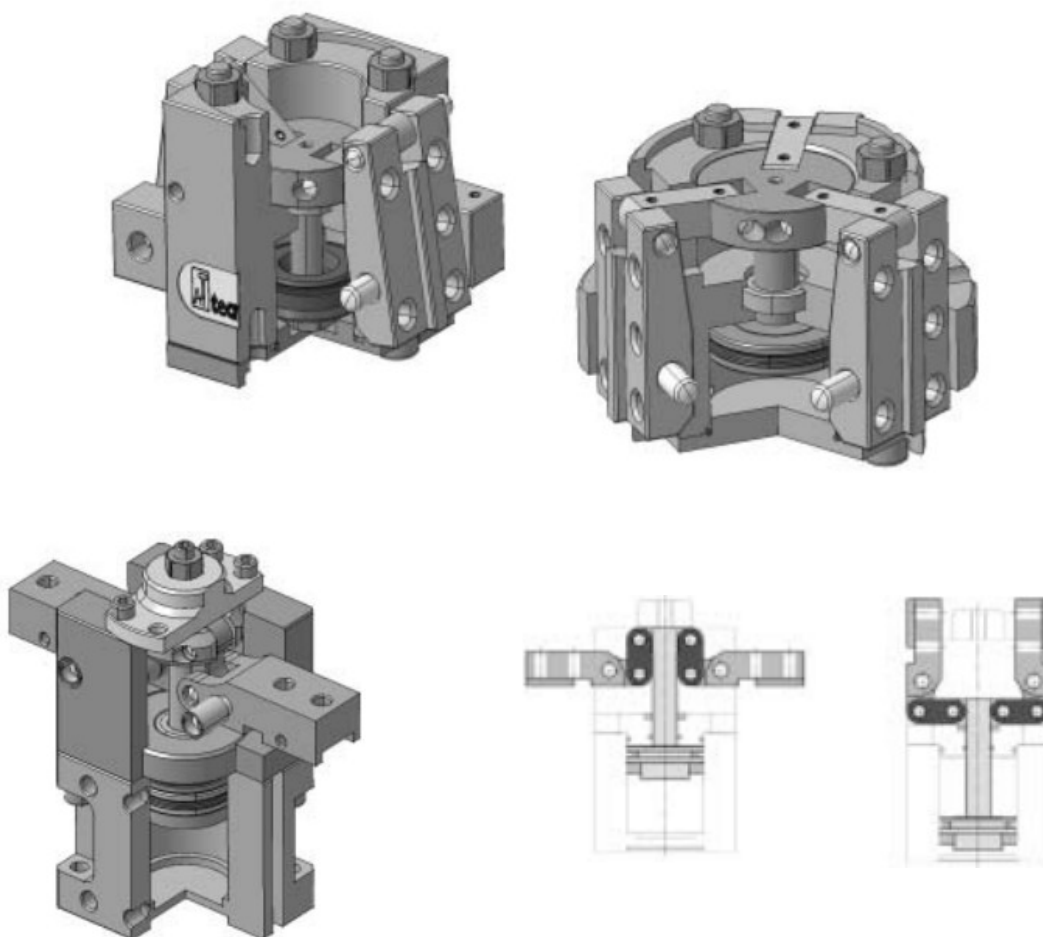
- Ø pístu: 13-26 mm
- Délka zdvihu: 6,5-13 mm (každá čelist)
- Síla na každé čelisti: 94-330 N (při 0,6 MPa)

## **4 Speciální**

Jde o méně se vyskytující typy hlavice se speciálními vlastnostmi jako je např. samosvornost.

### **4.1 Kloubové [12]**

- **Výrobce (označení):** Hennlich (OG,OG-A,OG-3)
- **Provedení:** Dvou/tříčelist'ové
- **Konstrukce:**
  - Robustní konstrukce z kvalitních materiálů
  - Samosvorné upnutí
  - Regulace otevření čelistí
  - Velké uchopovací síly
  - Vnější i vnitřní úchop.

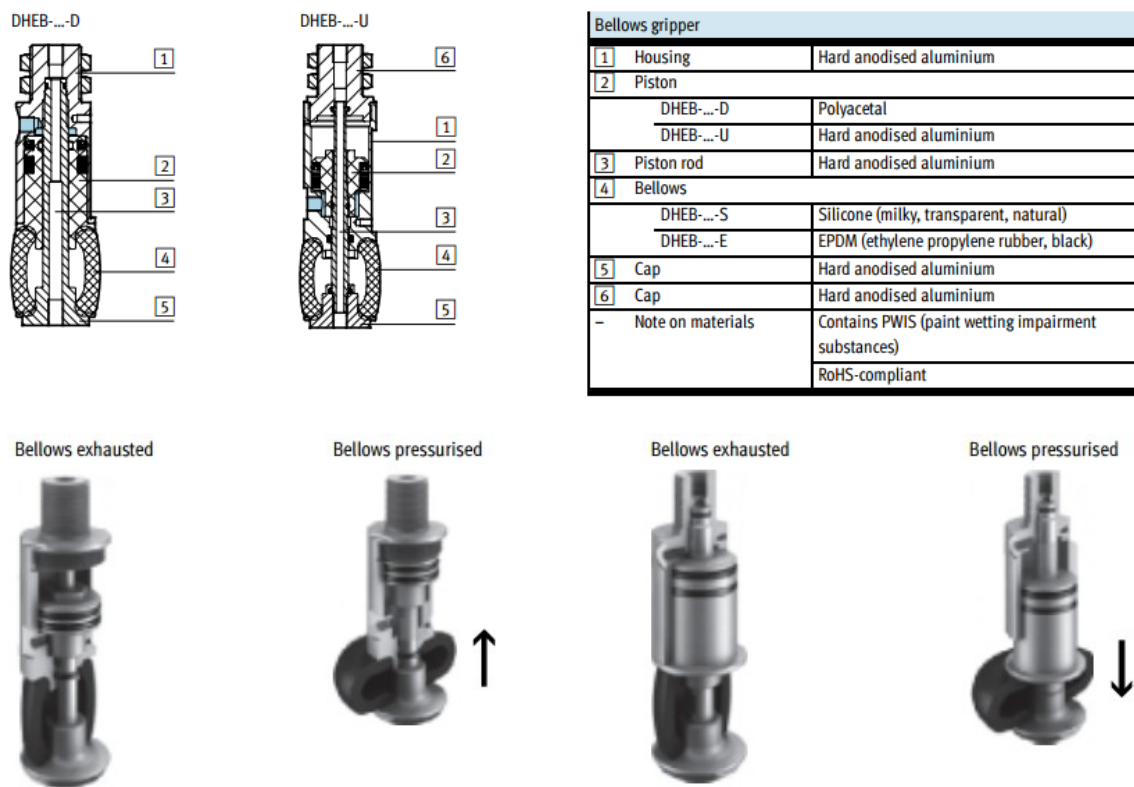


Obrázek 17 konstrukční varianty 2 nebo 3 čelist'ová [12]

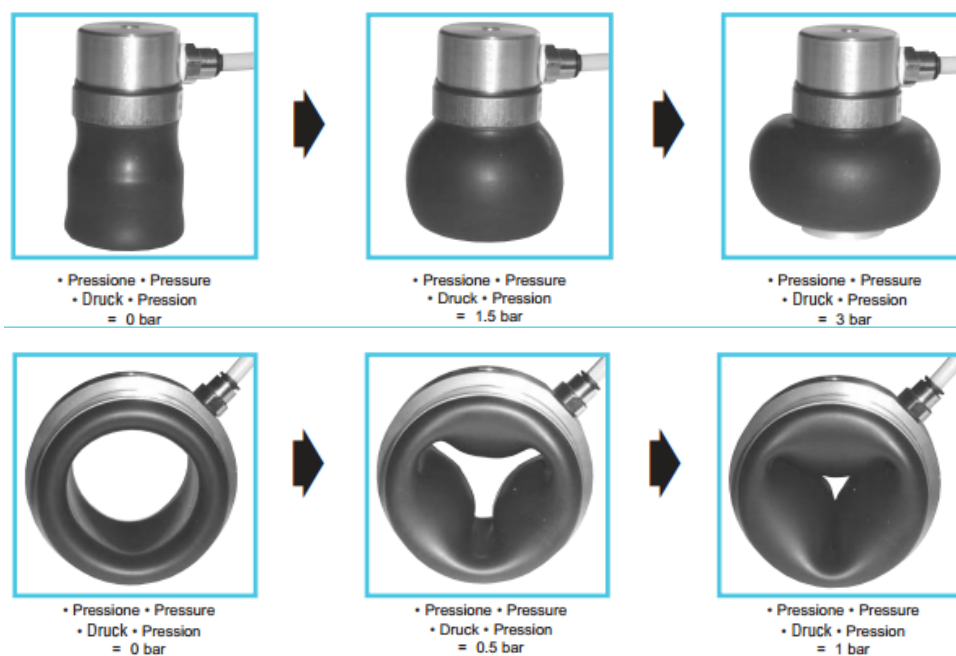
- Velikosti a úchopné síly:
  - Ø pístu: 16-80 mm
  - Úhel rozevření: až 180°
  - Síla na každé čelisti: 6,5-2500 N (při 0,6 MPa)

#### 4.2 Pryžové [12] [14]

- Výrobce (označení): Hennlich (BLQ), Festo (DHEB)
- Provedení: Vnější i vnitřní
- Konstrukce:
  - Dva druhy konstrukce. Vhodné pro jemný kontakt s obrobkem
  - Z kvalitních materiálů (neopren/silikon)



Obrázek 18 konstrukce a princip funkce hlavice firmy Festo [14]



Obrázek 19 princip funkce hlavice firmy Hennlich [12]

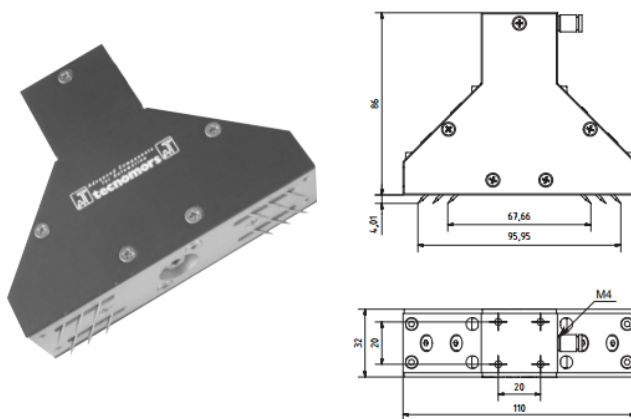
- Popis funkce:

U hlavice od firmy Festo působí píst na pryžový vak silou čímž zvětšuje jeho průměr. Kdežto u hlavice od firmy Hennlich se pryžový vak napouští stlačeným vzduchem, čímž zvětšuje/zmenšuje svůj průměr.

- Velikosti a úchopné síly:
  - MAX hmotnost pro úchop: 0,3-28 Kg (DHEB: 5,1 Kg)
  - Pracovní Ø: 8,5-105 mm

#### 4.3 **Jehlové** [12]

- Výrobce (označení): Hennlich (OPT)
- Konstrukce:
  - Většinou pro uchycení textilních materiálu, lepenky, potravinářské výroby
  - Hlavice složená z pístu a dvou paralelních jednotek ocelových jehel. Počet jehel od 4 po 24 ks, možnost volby Ø jehel a hloubky vniku.



Obrázek 20 ukázka jehlové hlavice [12]



Obrázek 21 jehla [12]

- Popis funkce
 

Písty působí přímočarou silou na jehly což umožní jejich vysunutí.
- Velikosti a úchopné síly:
  - Hloubka vniku: 3,5-15 mm
  - Ø jehly: 0,8-15 mm

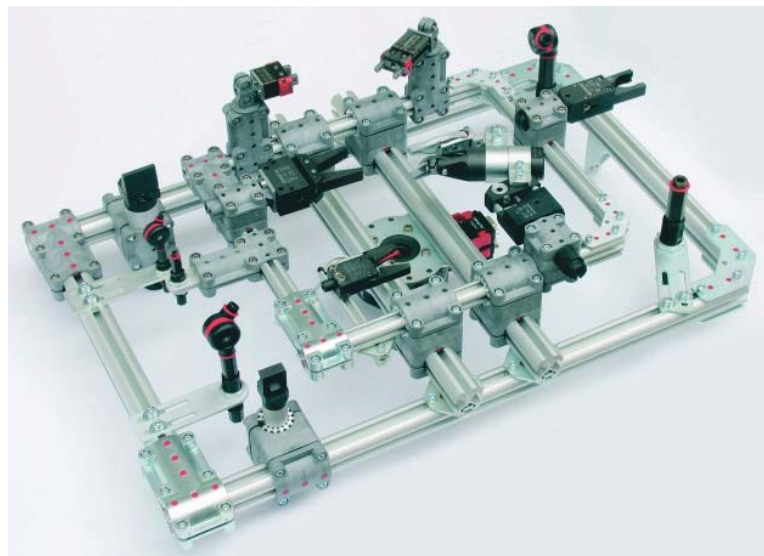
## 5 Popis aplikací uchopných hlavíc

Hlavním cílem hlavíc je úchop požadovaného polotovaru nebo materiálu. Úchopné hlavice se používají zejména u robotických aplikací jako manipulátory nebo montážní stroje. Často jsou součástí montážních linek či uchopovacích přípravků. Různorodost hlavíc a pestrá škála nástavců umožňuje uchopit různé tvary o různých hmotnostech.

Pro názornost zde uvedu konkrétní případ použití uchopných hlavíc v provozu. Jedná se o robotickou aplikaci, systém obsluhy stroje na vstřikování plastických hmot tzv. EOAT (End Of Arm Technology) v tomto případě (obrázek 22) jde o systém k odebrání vylisovaných dílů. [6] [18] Tento systém má širokou škálu využití nejen ve vysokotlakém lití plastu ale i u výrobních linek automobilového průmyslu, upínání výlisku na lisovnách nebo přidržení lakovaného dílu na lakovnách.

Systém provádí následující úkony: [6]

- vyjme výrobek ze stroje
- stabilizuje a upevní
- uchytí přebývající hmotu před odstraněním
- odstraní z vylisovaného kusu přebývající hmotu
- přebývající hmotu po odstranění přesune do nádoby k dalšímu zpracování
- výlisek odloží na požadované místo



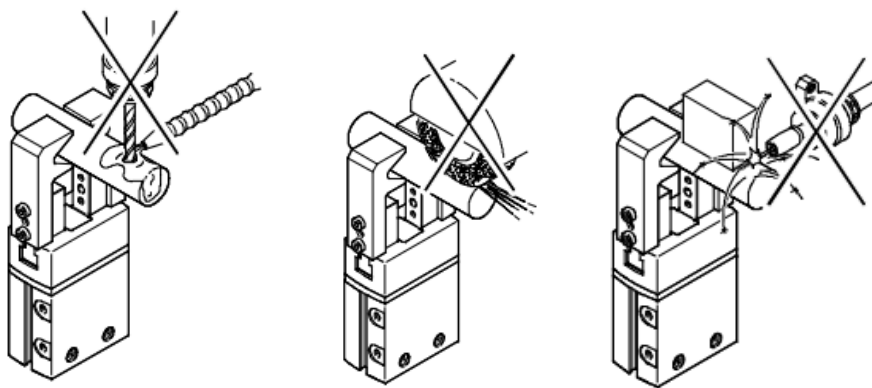
Obrázek 22 možnost sestavení uchopného systému EOAT [6]



Obrázek 23 systém EOAT v praxi při upnutí torza přístrojové desky automobilu [18]

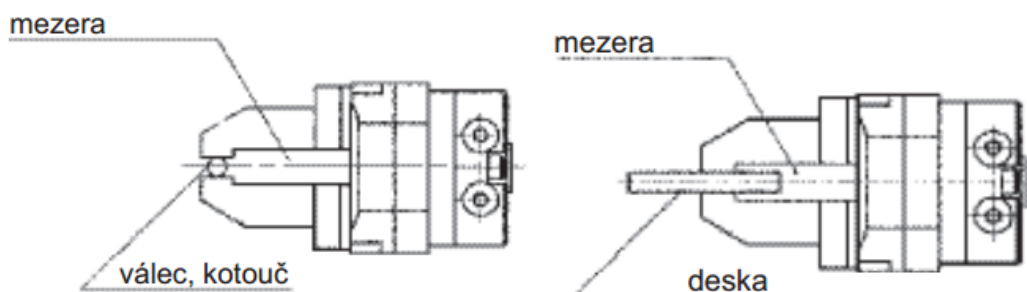
## 6 Požadavky na provoz [1]

- Základní předpoklad správného chodu pneumatických úchopných hlavic je dodržování provozních požadavků stanovené výrobcem.
- Nepřekračovat stanovenou zátěž hlavice
- Předpokládá se, že do hlavic se bude přivádět nemazaný suchý vzduch pokud výrobce nestanoví jinak.
- U většiny hlavic je zakázáno broušení a třískové obrábění z důvodu možnosti usazení nečistot na funkčních částech hlavic (obrázek 24)
- U většiny hlavic je zakázáno v jejich blízkosti svařovat mohlo by dojít k poškození hlavice
- Je nutno zabránit vniku agresivních medií (roztavený plast, prach...), z tohoto důvodu existují hlavice se zakrytým vedením čelisti ochranou manžetou proti vniku těchto látek (obrázek 26) Tyto manžety jsou pak chloroprenové pro prašné prostředí, silikonový kaučuk pro potravinářský průmysl a fluorizovaný kaučuk jako ochrana proti řezným olejům s chladicí kapalinou.
- Je nutno zabránit prudkým pohybům a dynamickému zatížení.
- Hlavice pro svou správnou činnost vyžaduje dostatek prostoru při manipulaci s materiálem, aby nedocházelo k nárazům a následnému uvolnění čelisti nebo dokonce poškození hlavice (obrázek 27)
- Pokud to hlavice vyžaduje je nutno zajistit správné mazání. V tomto případě je doporučeno řídit se požadavky výrobce. Existují totiž hlavice, které není nutno mazat (mažou se samy) nebo naopak hlavice které je nutno mazat.
- Neměnit nastavený přiváděný tlak do zařízení z důvodu možného poškození komponent.



**Obrázek 24 ukázky nedovolené činnosti s hlavicemi [14]**

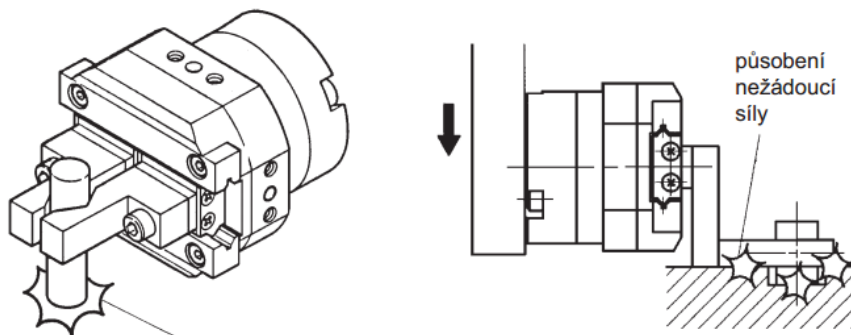
- Neměnit nastavený přiváděný tlak do zařízení z důvodu možného poškození komponent.
- Je doporučeno z důvodu dlouhé životnosti čelistí nastavit nejnižší vhodnou rychlost sevření/rozevření.
- Na vliv životnosti má také nemalý vliv správné požití nástavců. Doporučuje se používat co nejkratší a nejlehčí to se projeví ve snížení kinetické energie a momentů působících na hlavici.
- Nástavce pro manipulaci s malými předměty mají být konstruovány tak aby při sevření vznikala uprostřed malá mezera, tím se zaručí spolehlivé a přesné upnutí materiálu (obrázek 25).
- Je dovoleno působit na uchopený materiál (hlavici) vnějšími silami, dovolené rozmezí těchto sil je popsáno výrobcem více však v kapitole obecný návrh hlavice.
- U hlavic od firmy SMC se uvádí, že hlavice se nesmí používat při teplotě vyšší než 60° C



**Obrázek 25 ukázka konstrukčních možností nástavců čelistí [1]**



Obrázek 26 ukázky pryžových manžet hlavice [1]



Obrázek 27 příklady nedovolené manipulace [1]

## 7 Obecný návrh pro úchopné hlavice

Pro názornou ukázkou jsem použil postup výpočtu zpracovaný firmou SMC uvedený na jejich webu [19] nebo v katalogu SMC Training [1].

Při navrhování hlavice musíme dbát na tak pevné upnutí materiálu, aby se při vykonávaných pohybech materiál neměl šanci pohnout v žádném směru. Uchopná síla hlavice se bude lišit v závislosti na způsobu uchycení materiálu, počtu čelistí, úchop za vnější či vnitřní plochu...

Výpočet pro hlavici paralelní a úhlovou je stejný s výjimkou diagramů, ty se liší v závislosti na zvoleném typu hlavice.

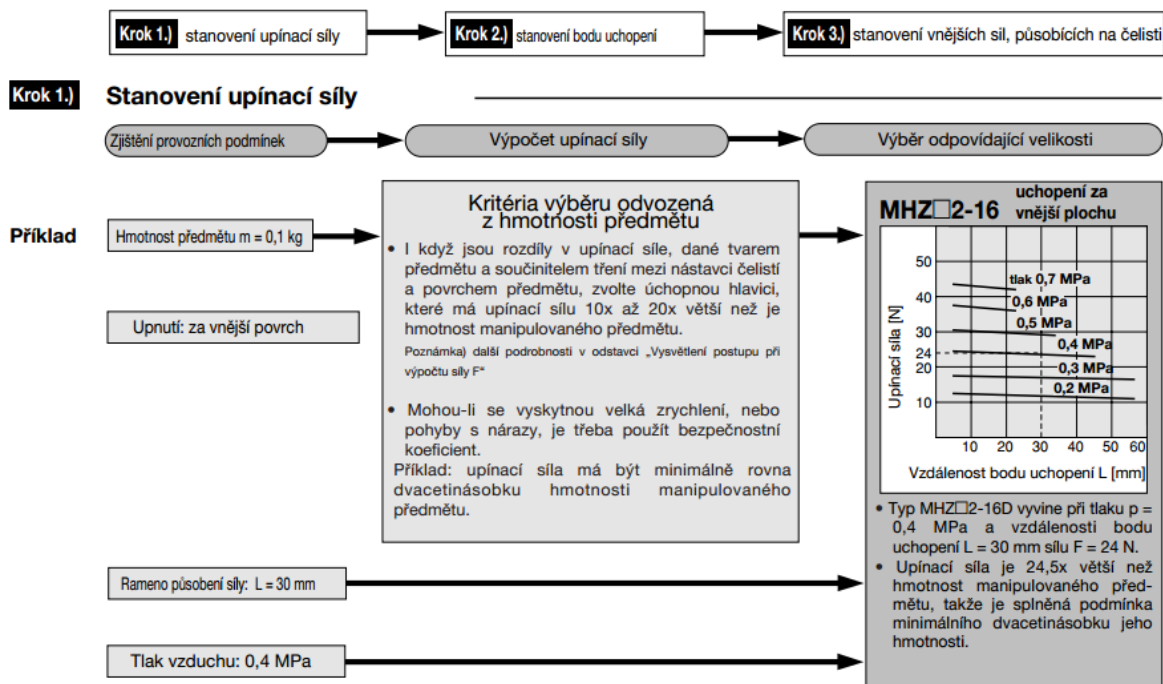
Kriteria nutná k návrhu [1]

- Uložení manipulovaného předmětu při uchopení.
- Hmotnost, rozměry a geometrický tvar manipulovaného předmětu.
- Tlak vzduchu v dílenském rozvodu.
- Místo působení síly čelisti na předmět (body, plochy).
- Požadavky na opakovatelnou přesnost uchopení na vystředění.
- Možnost uchopení do tvarových nástavců nebo pouze silovým stykem.
- Součinitel tření. (viz tabulka 1)



## Výběr velikosti úchopné hlavice

### Postup při výběru



Obrázek 28 popis postupu při návrhu hlavice [1]

### Vysvětlení postupu při výpočtu síly F

**Pro uchopení předmětu, znázorněné na vedlejším obrázku, kdy**

**F:** upínací síla [N]

**μ:** součinitel tření mezi nástavci čelistí a povrchem předmětu

**m:** hmotnost předmětu [kg]

**g:** gravitační zrychlení

$[g = 9,81 \text{ m/s}^2]$

**mxg:** síla vyvozená hmotností předmětu [N].

platí podmínky, za kterých předmět nevypadne

$2 \times \mu F > mxg$

↑  
počet čelistí

a následně

$F > \frac{mxg}{2 \times \mu}$

**Koeficient bezpečnosti, označený „a“ upraví vzorec pro výpočet síly F následovně:**

$F = \frac{mxg}{2 \times \mu} \times a$

„Upínací síla má být minimálně 10 až 20x větší než je hmotnost manipulovaného předmětu.“

Doporučení firmy SMC vychází z výpočtu s použitím koeficientu bezpečnosti  $a = 4$ , který by měl korigovat sílu tak, aby zachytila zrychlení a nárazy při manipulačních pohybech.

Když $\mu = 0,2$	Když $\mu = 0,1$
$F = \frac{mxg}{2 \times 0,2} \times 4$	$F = \frac{mxg}{2 \times 0,1} \times 4$
$= 10 \times mxg$	$= 20 \times mxg$

↑
↑

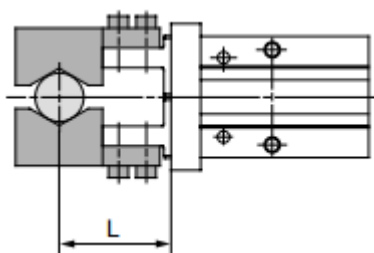
**10x hmotnost předmětu**

**20x hmotnost předmětu**

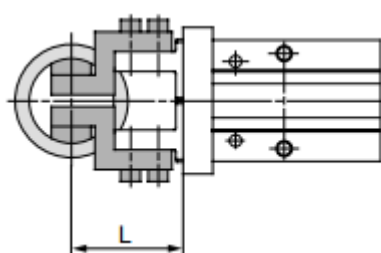
Pozn.) I v případě, že je hodnota součinitele tření  $\mu$  vyšší jak 0,2, firma SMC z bezpečnostních důvodů doporučuje zvolit chapadlo s minimálně 10 až 20x větší uchopovací silou. Protože nelze vyloučit výskyt větších zrychlení nebo rázů, je nutné použití koeficientu bezpečnosti.

Obrázek 29 určení upínací síly F [1]

Možnosti úchopu materiálu:



Obrázek 31 Vnější úchop [19]



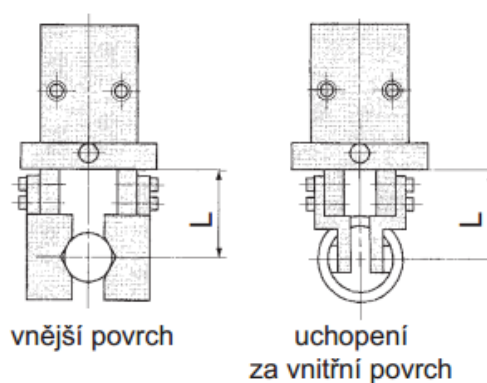
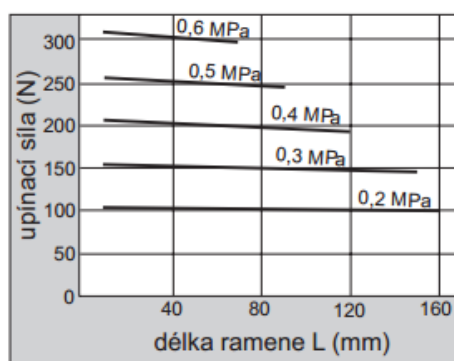
Obrázek 30 vnitřní úchop [19]

Vybrané součinitele tření pro různé materiály.

kombinace materiálů čelist/předmět	součinitel tření	
	suchý povrch	mazaný povrch
ocel/ocel	0,15 až 0,20	0,1
ocel/litina	0,18 až 0,25	0,1
ocel/bronz	0,18 až 0,25	-
kov/plast	0,20 až 0,30	-
ocel/teflon	0,05 až 0,25	-
plast/plast	0,25 až 0,40	-

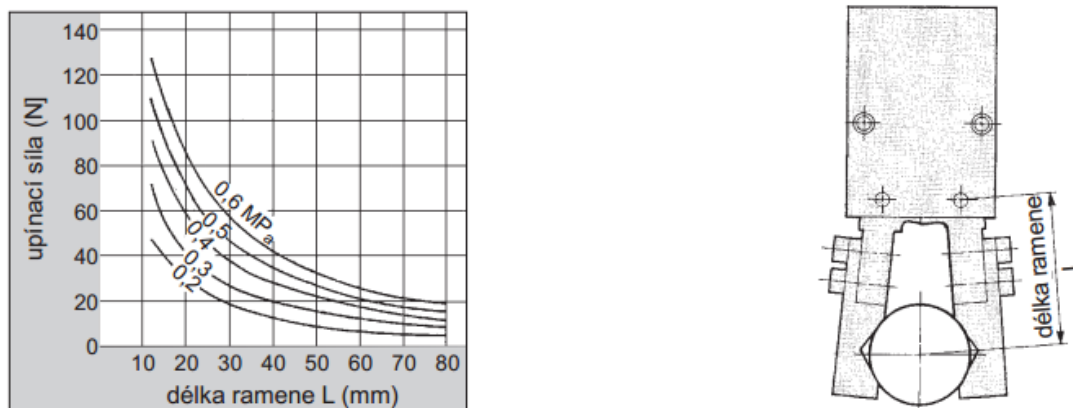
Tabulka 1 Hodnoty součinitele tření [1]

Diagramy vyjádření upínací síly v závislosti na délce ramene pro hlavice s paralelním pohybem.



Obrázek 32 Diagram pro paralelní hlavice [1]

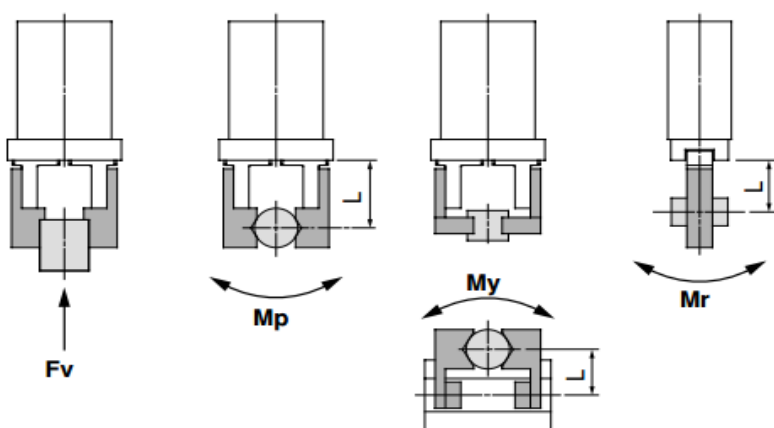
Diagramy vyjádření upínací síly v závislosti na délce ramene pro hlavice s úhlovým pohybem.



Obrázek 32 Diagram pro úhlové hlavice [1]

Stanovení vnějších sil působících na hlavici.

Tyto dovolené síly a momenty jsou pro každou velikost hlavice různé v závislosti na způsobu uchopení a typu hlavice. V tabulce jsou uvedeny maximální přípustné hodnoty vnějšího zatížení vzhledem k typu hlavice a způsobu zatížení znázorněné na (obrázku 33). Hodnoty uvedené v tabulce jsou hodnoty statického zatížení.



L: vzdálenost bodu uchopení [mm]

Typ	Dovolené svisle působící zatížení F [N]	Max. dovolené momenty		
		Mp [Nm]	My [Nm]	Mr [Nm]
MHZ□2-10	58	0,26	0,26	0,53
MHZ□2-16	98	0,68	0,68	1,36
MHZ□2-20	147	1,32	1,32	2,65
MHZ□2-25	255	1,94	1,94	3,88
MHZ□2-32	343	3	3	6
MHZ□2-40	490	4,5	4,5	9

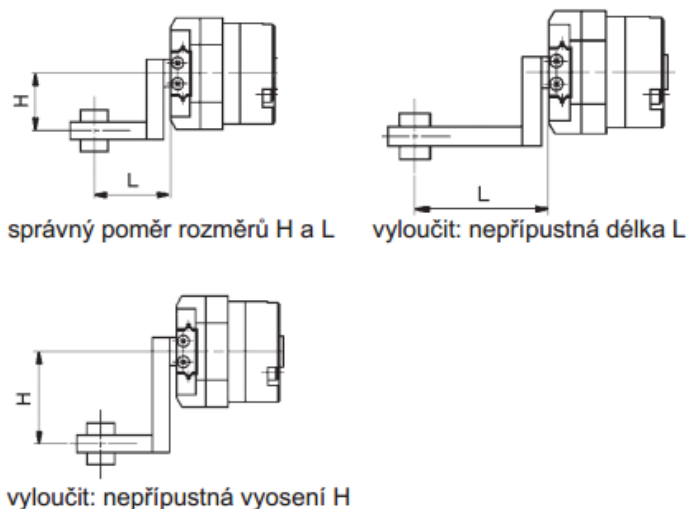
Obrázek 33 velikosti dovolených zatížení pro MHZ2 [19]

Výpočet maximální dovolené z vnějšku působící síly (s použitím zatěžujícího momentu)	Příklad výpočtu
$F \text{ dovolená síla [N]} = \frac{M \text{ (max. dovolený moment) [Nm]}}{L \times 10^{-3} \text{ [mm]}}$ <p>(* konstanta k převodu jednotek)</p>	<p>Na vedení chapadla MHZ2-16D působí moment <math>M_p</math> vyvozený silou <math>F = 10 \text{ N}</math> ve vzdálenosti <math>L = 30 \text{ mm}</math></p> $F \text{ dovolená síla [N]} = \frac{0,68}{30 \times 10^{-3}}$ $= 22,7 \text{ [N]}$ <p><b>10 [N] &lt; 22,7 [N]</b></p> <p>Zatížení podélně působícím momentem je menší než dovolené, proto daná velikost hlavice vyhovuje.</p>

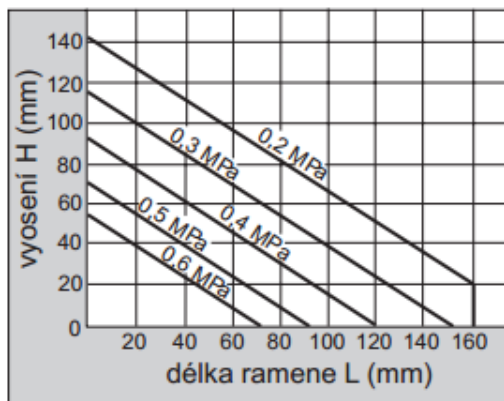
Obrázek 34 ukázka výpočtu síly [19]

### Určení polohy těžiště.

Určit polohu těžiště je další z důležitých faktorů při návrhu úchopných hlavíc. Vyosení těžiště je možno pouze v určitém rozsahu. Ke správnému určení polohy těžiště nám slouží diagram na obrázku 36.



Obrázek 35 ukázky poměrů rozměrů ramen [1]



Obrázek 36 diagram pro správnou volbu poměrů rozměrů HxL [1]

## 8 Volba uchopné hlavice

Abychom nemuseli pracně a zdlouhavě volit vyhovující hlavici natož nejlepší vhodnou, máme k dispozici několik programů s přednastavenými kroky. [20] [21] Každý program však vychází ze stejného základu, který je popsán v kapitole 7. Nicméně hlavní kritérium při návrhu úchopných hlavice je nutno dbát na bezpečnost při manipulaci s materiálem.

Firmy BoschRexroth a Festo mají na svých webových stránkách programy pro volbu úchopných hlavice, stačí znát hmotnost materiálu, zdvih a vzdálenost od těžiště a po zadání těchto údajů dostanete výpis vhodných produktů. Pro ukázkou je zvolen návrh v softwarech obou těchto firem. Jak firma BoschRexroth tak firma Festo se však distancují od škod zaviněných nesprávným návrhem hlavice.

Po dohodě s vedoucím bakalářské práce byl pro příklad výpočtu zvolen jako manipulovaný materiál hydraulická kostka firmy Hydroma. [11]

### Zadané parametry:

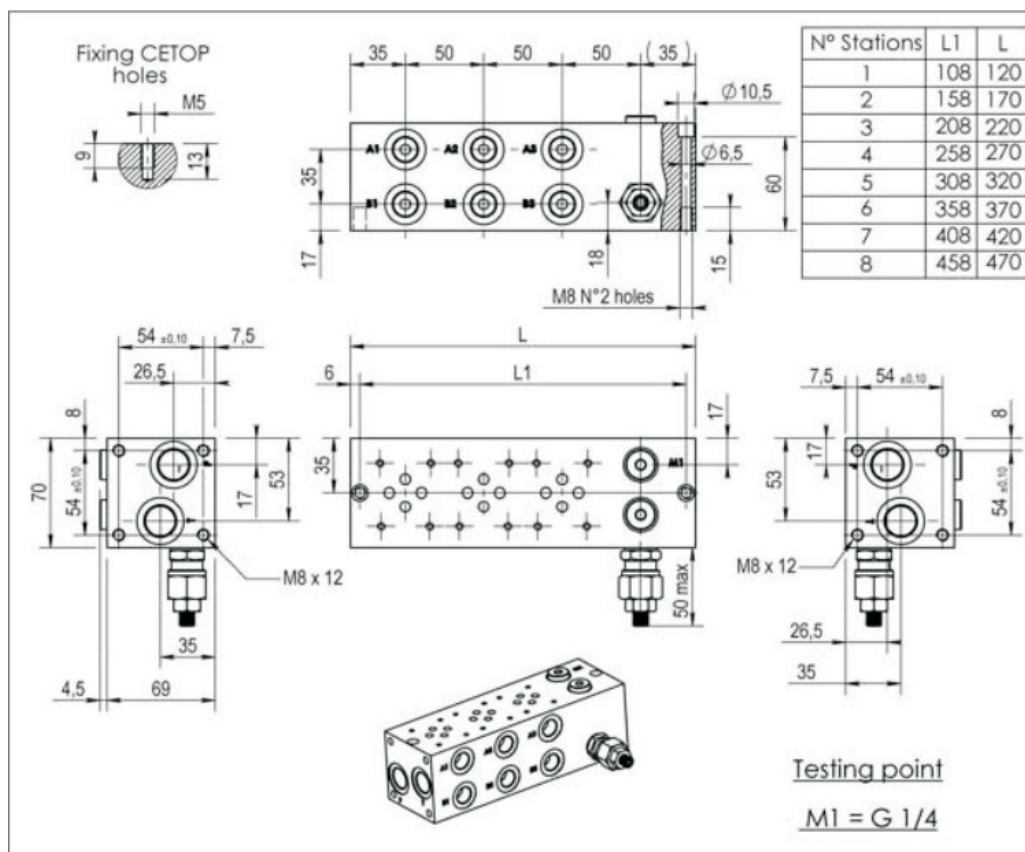
- Rozměry hydraulické kostky: 70x69x120mm
- Materiál: Hliník
- Hmotnost: 1,56 kg
- Zdvih v ose y : 0-70mm
- Zdvih v ose x : 0-170mm

Těžiště polotovaru leží uprostřed tělesa ovšem pro výpočet je třeba znát polohu těžiště vůči čelu hlavice jak je tomu znázorněno v předchozí kapitole. Proto volím polohu těžiště vůči čelu hlavice takto: (viz obrázek 39) v ose x: 55mm a v ose y: 0mm.

Pro manipulaci s kostkou byl zvolen pouze třecí styk nikoli tvarový jak tomu bývá u manipulace například s tyčemi. To znamená že čelisti nebudou opatřeny tvarovými nástavci nýbrž jen „hladkými“.



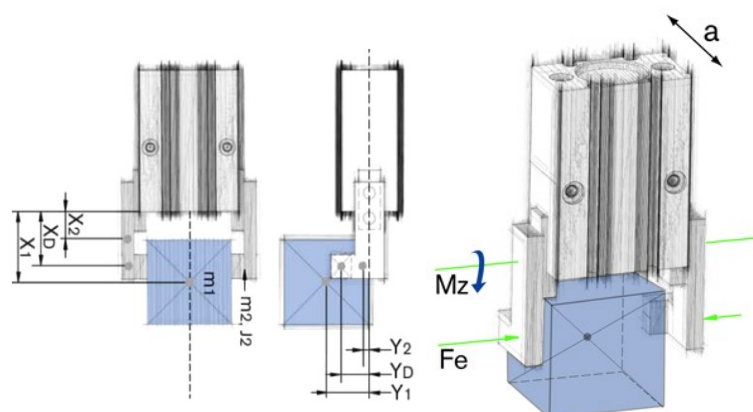
Obrázek 37 hydraulická kostka [11]



Obrázek 38 rozměry hydraulické kostky [11]

Nejprve příklad pomocí softwaru gipper calculation od firmy BoschRexroth. Program byl srozumitelný avšak nabídnuta byla pouze jedna varianta hlavice.

Program je srozumitelný takže stačí zadat výše uvedené parametry. Grip funkcí se v programu rozumí způsob uchopení, jestli pomocí tvarových nástavců nebo pomocí tření mezi čelistmi a manipulovaným materiálem.



Obrázek 39 vzdálenosti těžiště od čela hlavice [20]

Metrický

**Materiál:**

Hmotnost: m1 (kg)
1.56

Grip funkce:
Tření fit

Počet prstů:
2 prsty

Těžiště: x1 (mm)
55.0

Těžiště: y1 (mm)
0.0

**Finger: <sup>1)</sup>**

Hmotnost / prst: m2 (kg)
0.78

Zdvih / prst: (mm)
5.0

Těžiště: x2 (mm)
20.0

Těžiště: y2 (mm)
0.0

Výška: xD (mm)
55.0

Vzdálenost: yd (mm)
0.0

**Použití:**

Vstupní tlak: (bar)
5

Orientace:
Dolů

Pohyb:
Horizontální

Vnitřní / vnější uchycení:
Vnější uchycení

Zpomalení: (m / s <sup>2</sup>)
60

Koeficient tření:
0.35

Bezpečnostní faktor:
1.5

**Chapadlo:**

Typ:
Paralelní

Předběžná volba:
Žádný

Vypočítat
nový případ

Dimenzování údaje:	Hodnota:	Zatížení: %	Výstupní data:	
Hmotnost: m1 (kg)	1.56	19	Produkt:	GSP-P-72
Hmotnost / prst: m2 (kg)	0.78	22	Kód č.:	R412010252
Rozsah uchycení	-	28	Celková hmotnost: (kg)	5.7
Efektivní chapadlo síly Fe: (N)	203,2	32		Katalog
Točivý moment Mz: (Nm)	3.9	3		PDF
Zdvih / prst: (mm)	5	31		Tisk
Podélná síla / prst Fx: (N)	23,0	1		

**Obrázek 40 návrh hlavice pomocí programu gripper calculation od Bosch Rexroth [20]**

K volbě hlavic od firmy Festo slouží program engineering který je blíže popsán v příloze č.1 včetně ukázky výpočtu. V programu jsou zvoleny stejné hodnoty jako v programu gripper calculation.

Práce s programy byla přínosná avšak program od firmy Festo byl podle mého názoru přehlednější, lépe čitelný a měl příjemnější uživatelské rozhraní. Navíc tento program nabídl více variant řešení včetně dnes velice žádané cenově nejvýhodnější provedení.

Pro zadané podmínky byly provedeny návrhy jak paralelní tak úhlové uchopné hlavice. Paralelní hlavice byla navržena pomocí výpočtového softwaru firmy BoschRexroth. Byla doporučena paralelní hlavice typu: GSP-P-72 od firmy BoschRexroth jako vyhovující zadaným podmínkám. [15] Protože firma BoschRexroth nemá v nabídce odpovídající úhlovou hlavici volil jsem jí od firmy Festo k jejímuž návrhu jsem použil program firmy Festo dostupný na firemním webu. Pro mnou zadané požadavky bylo nabídnuto vícero typů úhlových hlavic. S ohledem na doporučení firmy Festo jsem zvolil typ HGWC-20-40-A. Dále jsem provedl návrh paralelní hlavic od firmy Festo a zvolil jsem klasickou paralelní hlavici DHPS-16-A.

Výpočet hlavic od firmy SMC jsem provedl podle výše uvedeného postupu, z důvodu velké hmotnosti hydraulické kostky se pro náš případ hodí pouze specifický typ hlavic. Pro náš konkrétní případ potřebujeme hlavice, která vyvine upínací sílu 300 N na každé čelisti. Proto volím od firmy SMC paralelní hlavici MHS2-50D a úhlovou MHT2-40D. [13]

## **9 Volba manipulačního systému**

Do této práce jsem zpracoval i volbu manipulačního systému pro zadané podmínky, ikdyž manipulační systémy nejsou v zadání této práce.

Většina výrobců má tyto manipulační systémy už zhotoveny pro dané požadavky zákazníka, takže stačí znát základní požadavky na manipulaci (hmotnost zátěže a zdvihy) a program vám vhodná přednastavená manipulační zařízení.

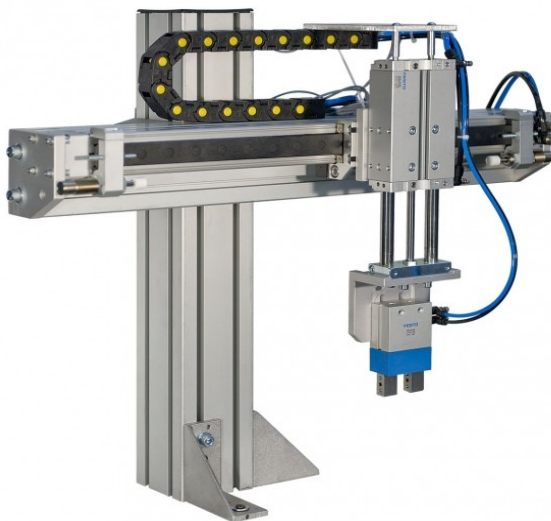
Tyto systémy jsou většinou dvojího provedení. První je realizováno pomocí dvou pneumatických válců „někdy nazývané jako Pick & Place“ (obrázek 41.). [8] Druhá varianta je za pomoci lineárních portálových suportů (obrázek 42.) princip je naprosto stejný pouze za použití jiných pohonů. Je možno použít i kombinací těchto provedení.



Samozřejmě je vhodné volit komponenty od stejného výrobce je tím zaručeno bezproblémové sestavení komponent.



**Obrázek 41 Pick & Place systém [8]**



**Obrázek 42 systém z portálových suportů [8]**

Za pomoci programů od firmy Festo a BoschRexroth jsem zvolil jako další možnost manipulačního zařízení typ: DHSL-2-EGC80TB-EGSA50 od firmy Festo nebo poskládaný“ Pick & Place“ systém z komponent: Pístní válce MSC-20-80-SH v ose z a MSC-25-200-SH v ose y nebo je možno realizovat pomocí portálového zařízení z komponent MSC-20-80-SH v ose z a GSU-25-200 v ose y. [14] [15] [22]

Další z možností provedení manipulačního modulu je typ HSP od firmy Festo tento modul zaručuje nejkratší dobu cyklu, opakovatelnou přesnost  $\pm 0,02\text{mm}$  avšak na úkor omezené nosné hmotnosti. [14]

Popis:

- Malé montážní rozměry
- Krátké časy cyklu
- Jednoduché uvedení do provozu
- Možnost nastavení zdvihu
- Možnost vyčkávacích poloh
- Technické parametry:

Zdvih : (X) = 52-170 mm

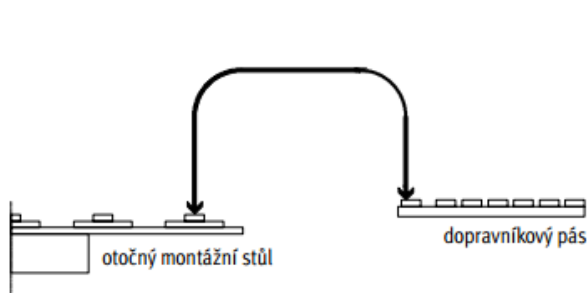
(Y) = 20-70 mm

Min.doba cyklu : 0,6-1 s

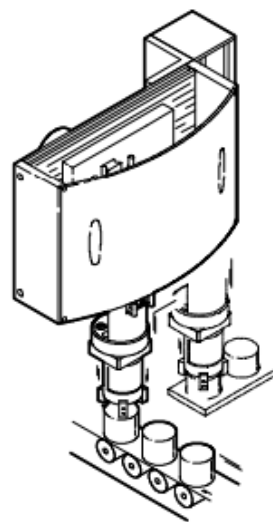
Max.zátěž : 1,6 kg

- Konstrukce:

Mechanismu s je tvořen kyvným modulem DSM, křížovým vedením, seřiditelnými dorazy, tlumiči nárazu...



Obrázek 43 pohyb cyklu [14]



Obrázek 44 použití v praxi [14]

Zvolený typ manipulačního modulu: HSP-25-AP-SD

## 10 Závěr

V bakalářské práci jsem se zabýval problematikou pneumatických úchopných hlavíc. Cílem této práce bylo zhotovit přehled konstrukcí, výhod a nevýhod, příklady využití pneumatických úchopných hlavíc a následně, pak návod pro jejich správnou volbu.

V úvodu práce se zabývám historií pneumatiky, jejím vývojem až do současnosti, včetně nastínění důvodů potřeby pneumatických úchopných hlavíc a jejich vývoje.

Další část práce se zabývá přehledem konstrukcí hlavíc s jejich charakteristickými vlastnostmi. Přehled byl zhotoven z katalogů produktů tří největších firem zabývajících se touto problematikou (Festo, SMC, Hennlich). Každá konstrukce je doplněna o konstrukční řezy a výčet rozměrů, maximálních úchopných sil nebo momentů a o délky zdvihů v případě paralelních nebo rozevírací úhel v případě úhlových hlavíc.

Aplikací využívající úchopné hlavice je široká škála, avšak při mém studiu této problematiky jsem došel k závěru, že pneumatické úchopné hlavice se používají zejména pro úchop menších předmětů, jelikož jejich maximální upínací síla je zhruba 600 N což odpovídá zátěži cca 2,5kg. Pro ukázkou systému úchopných hlavíc jsem zvolil nejrozšířenější z nich, jde o tzv. systém EOAT, který je blíže popsán v kapitole 5.

Pro správný provoz těchto systému jsem v kapitole 6 vypsál kriteria, která je nutno dodržovat pro zajištění správného chodu a dlouhé životnosti hlavíc.

V praktické části bakalářské práce se zabývám návrhem těchto systémů. Je zde uveden a podrobně popsán přehledný návod pro stanovení vhodné úchopné hlavice bez pomoci jakýchkoli programů. Dále jsou uvedené i doplňující informace a tabulky potřebné k výpočtům. Pomocí tohoto postupu jsem zvolil hlavice od firmy SMC z jejichž literatury jsem také výpočtový postup čerpal.

Úkolem v této práci bylo také navrhnout hlavice pro zadaný případ. Byly navrženy hlavice tří firem a u dvou z nich jsem použil pomocných výpočtových programů, které mají firmy Festo a BoschRexroth na svých webových stránkách k dispozici. Ikdyž bylo mým úkolem navrhnout pouze úchopné hlavice, navrhnul jsem i manipulační zařízení vhodná pro zadaný případ manipulace, při volbě jsem si opět pomohl dostupnými programy výrobců.

## **11 Seznam použitých pramenů**

### **Knihy**

- [1] KOLEKTIV AUTORŮ. SMC Training – Stlačený vzduch a jeho využití. Brno: SMC Industrial Automation CZ s.r.o. 2. Vydání. 344 s.
- [2] KOPÁČEK, J. *Pneumatické mechanismy díl 1.- Pneumatické prvky a systémy*. Ostrava: VŠB-TUO, 1996, 267 s. ISBN 80-7078-306-0

### **Časopisy**

- [3] AUTOMA: *Pneumatická chapadla festo se „chápou trhu“*  
[online]. [cit.2012-01-22]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=28304](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28304)>.
- [4] AUTOMA: *Vývoj pneumatických prvků a mechanismů* prof.Ing.Talácko Jaroslav.Csc [online]. [cit.2012-01-22]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=27904](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=27904)>.
- [5] AUTOMA: *Jaké místo má hydraulika a pneumatika v moderní automatizaci*  
[online]. [cit.2012-01-22]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=28304](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28304)>.
- [6] AUTOMATIZACE: EOAT – systém obsluhy stroje na vstřikování plastických hmot, Spálenský.J [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1861>>.

### **Elektronické katalogy**

- [7] ABOUT.COM: Pneumatic tools, [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://inventors.about.com/od/pstartinventions/a/pneumatic.htm>>.

- [8] COMEC-ITALIA.COM: Picka & Place [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <[http://www.comec-italia.com/scheda\\_accessori.php?id=967](http://www.comec-italia.com/scheda_accessori.php?id=967)>.
- [9] FESTO.CZ [online]. [cit.2012-01-22]. Dostupný z WWW: <[http://www.festo.com/cms/cs\\_cz/9747.htm](http://www.festo.com/cms/cs_cz/9747.htm)>.
- [10] HENNLICH.CZ [online]. [cit.2012-01-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.hennlich.cz/produkty/upinani-a-manipulace-uchopovace-865.html>>.
- [11] HYDROMA: *Hydraulická kostka* [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.hydrroma.cz/files/product/1/30/1496/data/021-10049.pdf>>.
- [12] KATALOG VÝROBKŮ [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.hennlich.cz/produkty/upinani-a-manipulace-uchopovace-865.html>>.
- [13] KATALOG VÝROBKŮ [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <<https://webshop.smc-cee.com/default.aspx?go=CZ:9>>.
- [14] KATALOG VÝROBKŮ [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <[http://www.festo.com/cms/cs\\_cz/9747.htm](http://www.festo.com/cms/cs_cz/9747.htm)>.
- [15] KATALOG VÝROBKŮ [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.boschrexroth.com/pneumatics-catalog/Vornavigation/Vornavi.cfm?Language=EN&VHist=g53567,g94967&PageID=g95917>>.
- [16] MINDMAN.CZ [online]. [cit.2012-01-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.mindman.com.tw/en/index.php>>.

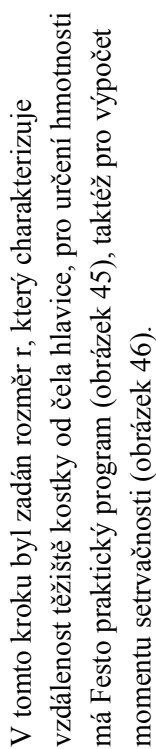
- [17] MSD. *Industrial grippers: History and new inovations* [online]. [cit.2012-05-15]. Dostupný z WWW: <<http://motionsystemdesign.com/auxiliary-components/grippers/>>.
- [18] SAS AUTOMATICON: Applications: Robotic End of Arm Tooling (EOAT) Grippers and End Effectors [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <[http://www.sas-automation.com/en/applications/custom\\_eoat.htm](http://www.sas-automation.com/en/applications/custom_eoat.htm)>.
- [19] SMC.CZ [online]. [cit.2012-01-22]. Dostupný z WWW: <<https://webshop.smc-cee.com/default.aspx?go=CZ:9>>.

### **Výpočtové programy**

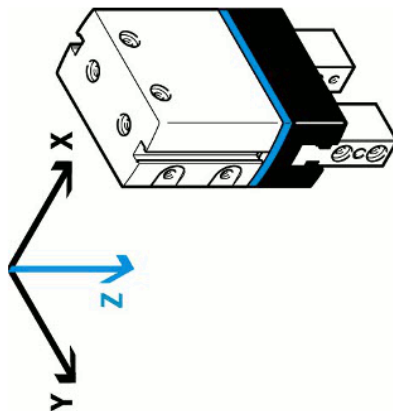
- [20] FESTO Engineering [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <[http://www.festo.com/pnf/cs\\_cz/products/catalog?action=search&key=hgple](http://www.festo.com/pnf/cs_cz/products/catalog?action=search&key=hgple)>.
- [21] Gripper calculation program [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.boschrexroth.com/pneumatics-catalog/Vornavigation/Vornavi.cfm?Language=EN&VHist=g53567&PageID=g94967>>.
- [22] Small Handling Configurator [online]. [cit.2012-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.boschrexroth.com/pneumatics-catalog/Vornavigation/Vornavi.cfm?Language=EN&VHist=g53567&PageID=g94967>>.



## Krok č.1



## Krok č.2



Tento krok je jednoduchý a srozumitelný, proto jej není třeba blíže popisovat

druh použití

V tomto kroku byl zadán rozměr  $r$ , který charakterizuje vzdálenost těžiště kostky od čela hlavice, pro určení hmotnosti má Festo praktický program (obrázek 45), taktéž pro výpočet momentu setrvačnosti (obrázek 46).

## Krok č.2

uspořádání

Tento krok je jednoduchý a srozumitelný, proto jej není třeba blíže popisovat

údaje o výrobku

vzdálenost O-čára → těžiště:

hmotnost výrobku:

potřebný úhel otevření

55	mm
1564.92	g
20	deg

údaje o jednom palci chapadla

hmotnost jednoho palce chapadla:

vzdálenost O-čára → těžiště:

vzdálenost O-čára → tlakový bod (bod úchopu):

moment setrvačnosti palce:

1564.92	g
55	mm
55	mm
24.988	kg cm <sup>2</sup>

tipy a upozornění

vzdálenost těžiště výrobku od úrovně 0 ve směru x

dále

údaje o pohybu

zrychlení v:

největší přímočaré zrychlení:

směr z	
1	m/s <sup>2</sup>

uspořádání

poloha chapadla:

směr úchopu:

úchop třením nebo tvarový:

vertikální	
svírající	
úchop třením	

jiné údaje

provozní tlak:

koeficient tření:

koeficient bezpečnosti:

teplota zařízení:

5	bar
0.25	
2	
20	°C

tipy a upozornění

údaje směr, ve kterém bude na chapadlo působit největší zrychlení

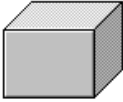


### hmotnost

**vstupní hodnoty**

materiál: hliník ▼ 2.7 g/cm³

tvar: kvádr ▼ 579.6 cm³



délka (X) 120 ▲▼ mm

šířka (Y) 69 ▲▼ mm

výška (Z) 70 ▲▼ mm

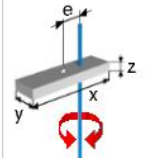
**výsledek**

hmotnost 1564.92 g

OK přerušit

Obrázek 45

přímé zadání J
kotouč
**kvádr**
tyč kolmá k ose otáčení
tyč rovnoběžná s osou otáč.



x délka 120 ▲▼ mm

y šířka 69 ▲▼ mm

z výška 70 ▲▼ mm

**hustota[kg/dm³]**

☐ 7.8 (ocel)
 ☒ 2.7 (hliník)
 ☐ 0.0

**excentrické uspořádání**

e vzdálenost těžiště od osy otáčení 0 ▲▼ mm

**výsledek**

$m_1$  1.565 kg

$J_1$  24.988 kg cm²

označení kvádr

+ přičíst
 - odečíst

**výsledky**

označení	označení1	označení2	označení3	označení4	J[kgcm²]	m[kg]	e[mm]
kvádr	hustota = 2.7 kg/dm³ (hliník)	délka = 120 mm	šířka = 69 mm	výška = 70 mm	24.98	1.56	0

$m_{celk.}$  součet hmotností

$J_{celk.}$  součet momentů setrvačnosti

1.565 kg

24.988 kg cm²

Obrázek 46

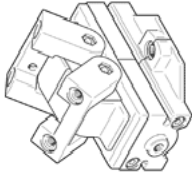
Krok č.3

standardní chapadlo

chapadla mikro

cenově výhodná chapadla

č. dílu	typ	celková hmotnost	úhel otevření: [°]	stav
565136	HGW/C-12-15-A	0,55 kg	15	ne OK
565141	HGW/C-12-40-A	0,55 kg	40	ne OK
565137	HGW/C-16-15-A	0,7 kg	15	ne OK
565143	HGW/C-16-40-A	0,7 kg	40	ne OK
565139	HGW/C-20-15-A	1,05 kg	15	ne OK
565145	HGW/C-20-40-A	1,05 kg	40	OK



obrázek výrobku

volby

2D/3D pohled

příslušenství

katalogový list

dokumentace

vložit do nákupního košíku

k dodání ze skladu

sériový výrobek

Type

požadovaná přídržná statická síla

požadovaná přídržná dynamická síla

střední vzdálenost tlakových bodů

dynamická podélná síla na palcích chapadla

dynamický podélný moment Mx

dynamický příčný moment My

dynamický příčný moment Mz

výsledky

4.9

N

5.4

N

55

mm

1.89

N

0

Nm

0

Nm

0

Nm

max. možná

44%

10.91

N

49%

10.91

N

91%

60

mm

1%

80

N

8

Nm

1.9

Nm

8

Nm

Ve výsledku je vybráno více variant vyhovujících hlavíc, standardní, micro a cenově výhodná chapadla. Volil jsem z cenově výhodných hlavíc. V procentech je zde uvedeno zatížení daného typu hlavice.

[zpět](#)